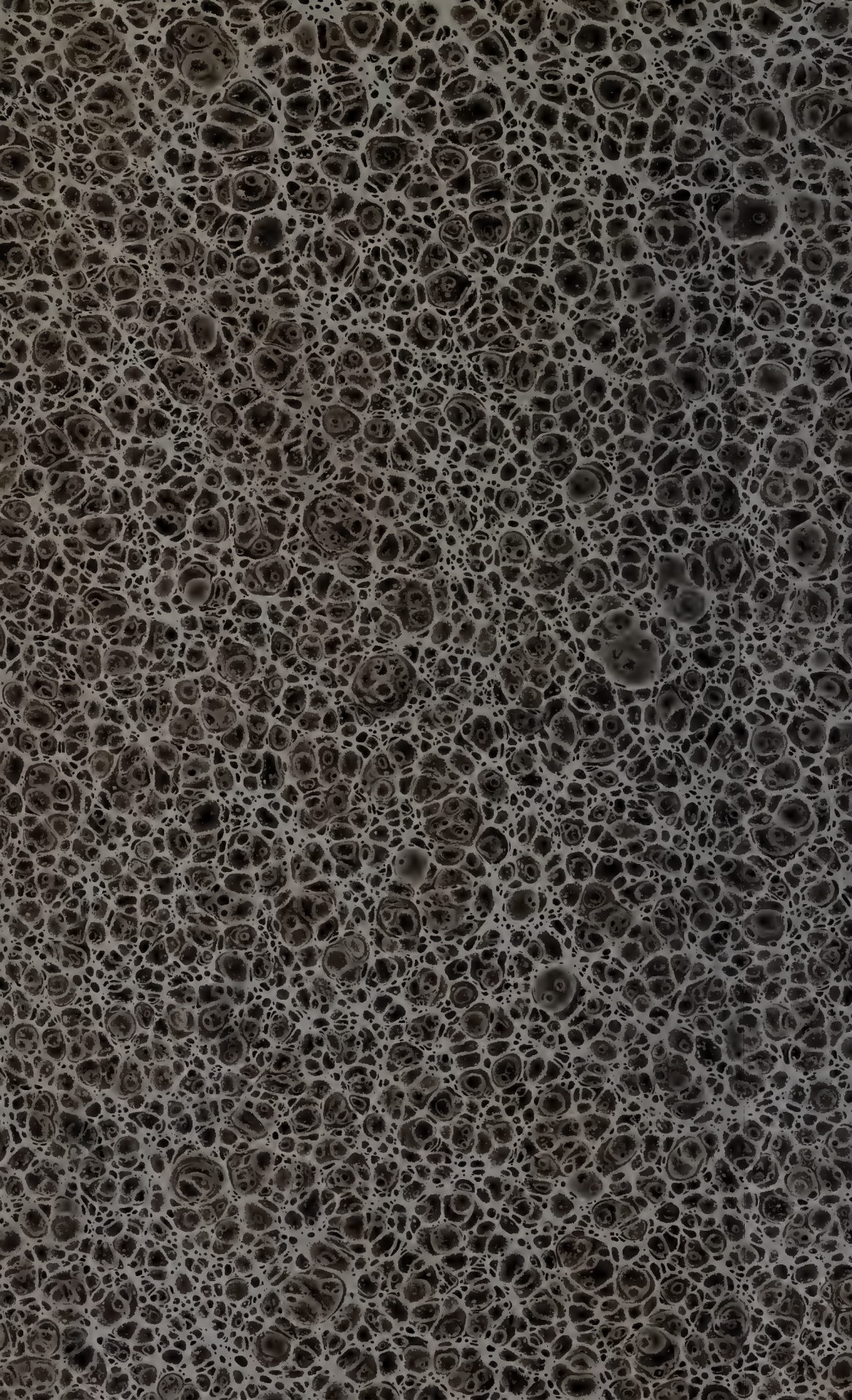


BIBLIOTHÈQUE
LOUVAIN

ÉTUDES

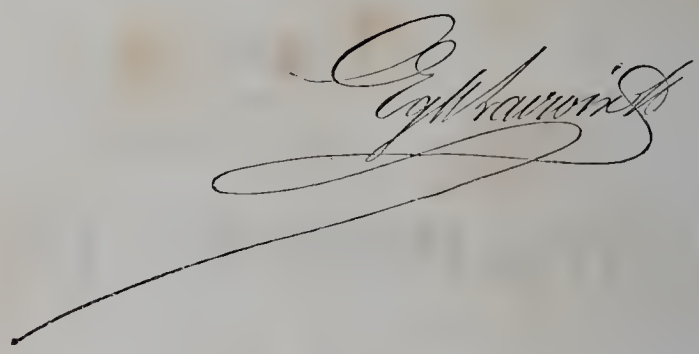
SUR

L'EXPOSITION DE 1867

Les auteurs et l'éditeur se réservent le droit de traduire ou de faire traduire les articles de cet ouvrage en toutes langues. Ils poursuivront, conformément à la loi et en vertu des traités internationaux, toute contrefaçon ou traduction faite au mépris de leur droit.

Le dépôt légal de cet ouvrage a été fait à Paris à l'époque d'août 1867, et toutes les formalités prescrites par les traités sont remplies dans les divers États avec lesquels il existe des conventions littéraires.

Tout exemplaire du présent ouvrage qui ne porterait pas, comme ci-dessous, la griffe de l'Editeur, sera réputé contrefait, et les fabricants et débitants de ces exemplaires seront poursuivis conformément à la loi.



Paris. — Imprimerie P.-A. Bourdier, Capiomont fils aîné et Ce, rue des Poitevins, 6.

A. DURIEUX & Cie
LOUVAIN

2380

ÉTUDES

SUR

L'EXPOSITION DE 1867

OU

LES ARCHIVES DE L'INDUSTRIE

AU XIXe SIÈCLE

DESCRIPTION GÉNÉRALE, ENCYCLOPÉDIQUE, MÉTHODIQUE ET RAISONNÉE

DE L'ÉTAT ACTUEL

des Arts, des Sciences, de l'Industrie et de l'Agriculture, chez toutes les nations

RECUEIL DE TRAVAUX TECHNIQUES, THÉORIQUES, PRATIQUES ET HISTORIQUES

PAR MM. LES RÉDACTEURS DES *Annales du Génie civil*

Avec la collaboration

DE SAVANTS, D'INGÉNIEURS ET DE PROFESSEURS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

EUG. LACROIX

Membre de la Société Industrielle de Mulhouse

Directeur de la Publication

1re *Série*. — *Fascicules* 1 *à* 5.

Fb 18
COMITÉ FRANÇAIS DES ... A L'ÉTRANGER
N° 753
BIBLIOTHÈQUE

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

Eugène LACROIX, Éditeur

LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS, DE LA SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉLÈVES DES ÉCOLES D'ARTS ET MÉTIERS, DE LA SOCIÉTÉ DES CONDUCTEURS DES PONTS ET CHAUSSÉES, ETC.

15, QUAI MALAQUAIS, 15

Propriété de l'Éditeur. Reproduction du texte et des planches interdite.

INTRODUCTION

Les projets sérieux et les conceptions hardies ont une origine commune, la satisfaction d'un désir, l'espérance d'y pouvoir atteindre en servant les intérêts qu'ils mettent en cause. En résumant, sous forme de préface, les opinions développées par Messieurs les rédacteurs de la présente publication, réunis pour en déterminer la portée et en arrêter le programme, nous mettrons nos lecteurs en mesure d'apprécier si le but proposé, les moyens employés et les résultats prévus ont un enchaînement logique.

Les *Études sur l'Exposition universelle de* 1867 étaient à peine annoncées, en titre, aux abonnés aux *Annales du Génie civil*, qu'un grand nombre de souscriptions immédiates venaient nous affirmer la confiance qu'inspirait notre entreprise. Les devanciers de l'opinion publique dont nous briguons les suffrages, nous donnaient par leur adhésion, sous cette forme, une nouvelle preuve qu'ils avaient la certitude que les théories démonstratives et la pratique enseignante ne sont pas l'apanage exclusif des publications privilégiées ou subventionnées par les administrations, ou patronnées par l'esprit de corporation.

Si, dans l'état actuel de la société, l'acte de naissance ne peut plus à lui seul conférer le mérite personnel, si les titres des ascendants ne suffisent plus pour affirmer le mérite des descendants, en un mot, si l'homme est aujourd'hui apprécié seulement pour ses œuvres, on accordera bien que cette loi de justice passe de l'individu à la collectivité et des auteurs à l'œuvre d'ensemble. Donc, les *Études sur l'Exposition de* 1867, par les rédacteurs des *Annales du Génie civil*, méritent la confiance que nous demandons à ce personnage anonyme et tout-puissant

qu'on appelle le public, à ce *mein Herr Omnes* devant qui Luther ôtait respectueusement son bonnet.

L'utilité des expositions universelles n'est plus à discuter aujourd'hui : le bon sens des nations a fait justice des raisonnements plus spécieux que solides dont les conclusions tendaient contre ces manifestations de la puissance industrielle. Les exhibitions des produits du génie et de l'activité de l'homme ont pour résultat quelque chose de plus durable que la satisfaction d'une curiosité passagère, ou l'occasion d'une solennité qui doit n'en former que la partie décorative. Placer à côté les uns des autres les produits similaires de tous les pays, c'est éclairer par les faits mêmes les producteurs et les consommateurs, les acheteurs et les fabricants, c'est appeler leur jugement en dehors de la *réclame* qui dit toujours : admirez! en dehors de la concurrence commerciale qui dit souvent sans preuves : *Rien à côté, rien au-dessus de moi!* C'est encore, comme l'a dit le spirituel directeur du Musée de l'Industrie belge, créer un moyen puissant de faire connaître les produits dont le plus grand malheur est de n'être jamais assez appréciés. Les petits et les nouveaux ont surtout un besoin impérieux de se produire au grand jour, sous peine d'être exposés à périr et à s'étioler comme une jeune plante privée de lumière. Tout ce qui n'est pas connu est comme s'il n'existait pas. On peut donc dire que la vulgarisation des machines et des procédés est le soleil de l'industrie, mais sa lumière doit éclairer et non aveugler.

C'est dans cet ordre d'idées que les *Études sur l'Exposition*, annexées aux *Annales du Génie civil*, ont été conçues et seront poursuivies.

Les conquêtes du monde matériel ont, comme celles de la pensée, des fluctuations imprévues, des temps d'arrêt après des moments d'éclat, des éclipses momentanées, qui font croire aux esprits superficiels à la disparition indéfinie de la lumière. Si nous ne sommes pas aujourd'hui dans une période d'éclat comme celle qui a marqué le commencement du siècle, où, coup sur coup, pour ainsi dire, sont venues les découvertes de la vapeur, de l'électricité dynamique, de la photographie, nous sommes dans la période de lumière qu'on peut appeler le perfectionnement ; elle marquera dans l'histoire des progrès de l'industrie et des arts.

Si nous n'avons pas à laisser à nos successeurs immédiats la révélation de nouvelles forces, nous avons à leur léguer l'exemple de l'épanouissement des grandes découvertes industrielles que nous avons reçues à l'état de germe fécondé.

En dehors des hautes considérations philosophiques que soulève le sujet, et qui ne sont pas du domaine de la discussion technique où se trouve placé le livre dont il s'agit, se présente la question de l'enseignement pratique des expositions. Nous allons essayer d'y trouver une solution, utile au plus grand nombre.

Notre but, nos moyens, les résultats auxquels nous prétendons arriver sont les suivants :

Le but. Faire un livre d'enseignement par l'exposé véridique des faits ;

Le faire utile à l'ingénieur, comme étant le correctif du formulaire et l'annexe du traité spécial d'une science d'application ;

Le faire utile au manufacturier, au fabricant, à l'agriculteur, à l'ouvrier instruit, à l'érudit, en y groupant avec méthode les faits qui pourront toujours servir de point de départ pour apprécier l'idée nouvelle, l'invention proposée, le perfectionnement poursuivi ou atteint.

Les moyens. Sous la forme d'introduction à chaque question traitée, rappeler les principes d'exploitation, de fabrication, de fonctionnement, d'établissement, suivant qu'il s'agit de métallurgie, de produits fabriqués, de machines motrices, etc., etc.

Rappeler très-succintement les applications graduelles, s'il y a lieu, antérieures à l'époque présente.

A l'aide de l'introduction sommaire, mettre le lecteur étranger à la question traitée ou peu familiarisé avec elle en mesure de comprendre les procédés, les installations qui font loi dans la pratique, sans entrer dans des développements réservés à l'actualité.

Décrire les spécimens figurant à l'Exposition ou *qui pourraient* y figurer, avec toute l'étendue que l'on doit donner au fait dominant.

Nulle préférence de complaisance dans le choix des exemples.

La description et l'analyse avec des croquis cotés, ou avec un dessin à l'échelle, de tout ce qui a une importance capitale.

Une mention avec canevas figuratif, de ce qui n'est qu'accessoire.

Rien de ce qui n'est que puéril.

Les résultats. Si, ne pas séparer notre intérêt de ceux de nos lecteurs; si, ne pas compter avec les sacrifices commandés par le début de toute œuvre importante; si, l'indépendance d'appréciation et le savoir spécial

des rédacteurs peuvent assurer un succès, les résultats satisferont notre ambition légitime et les exigences également légitimes d'un public éclairé.

Brisons les vitres du Palais de cristal pour voir ce qui en sortira, disait un étranger, au moment de l'Exposition de 1851. Nous dirons avec plus de raison : Ouvrez notre livre pour y trouver ce qu'aura laissé d'utile aux arts et à l'industrie l'Exposition de 1867.

Dans le discours d'inauguration du palais de l'Industrie, à Paris, S. A. I. le prince Napoléon disait :

« Nous avons voulu que l'Exposition universelle ne fût pas unique-
« ment un concours de curiosité, mais un grand enseignement pour
« l'agriculture, l'industrie et le commerce, ainsi que pour les arts du
« monde entier. Ce doit être une vaste enquête pratique. »

Nous ambitionnons de travailler à la réalisation de cette pensée féconde, en publiant les *Études sur l'Exposition de* 1867 comme un complément aux *Annales du Génie civil*. Ceux qui nous donneront leur adhésion et qui, sous une forme quelconque, nous apporteront leur concours, s'associeront à une œuvre utile.

Le Directeur des *Annales du Génie civil* et des *Études sur l'Exposition*,

EUG. LACROIX.

P.-S. — L'auteur de chaque Étude jouit de la plus grande liberté d'appréciation. Le Comité de rédaction se réserve simplement le droit d'indiquer en note les points sur lesquels il peut différer d'opinion avec l'auteur de l'article.

I

LES BEAUX-ARTS ET L'INDUSTRIE

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE

PAR **M. DAGUZAN**, ARTISTE PEINTRE.

I

Nous allons présenter au lecteur une série d'études sur les beaux-arts, dans leur rapport avec l'industrie. Cette matière intéresse tous les hommes de goût, qu'ils soient artistes, ingénieurs, industriels, ou qu'ils emploient simplement à leur usage les œuvres des travailleurs et des chercheurs. Nous avons presque tous une fibre sensible aux belles choses. L'art nous captive par les sens, il nous captive par l'imagination, et, à ce double titre, il est entré naturellement, et à des degrés variables, dans presque tous les objets que nous fabriquons. Il est mêlé intimement à la vie moderne.

Les arts plastiques sont presque contemporains de la vie agissante de l'homme, chez tous les peuples. Les premiers assemblages de bois, destinés à soutenir les abris qui constituaient la demeure des peuples primitifs, ont donné la première idée de tous les membres d'architecture. Les premiers murs ont présenté de grands et tristes vides, que la décoration en relief et la peinture sont venus embellir. Enfin, la statuaire a complété l'architecture en rompant la monotonie des grands profils dans les palais et les temples.

La nécessité a créé l'industrie, elle a créé les arts plastiques. L'industrie et les arts sont donc de la même famille. Le complément de l'utile, c'est le beau. Il y a entre eux une solidarité frappante. L'ornement ne doit paraître qu'à sa place, et il doit correspondre à un besoin des yeux et de la raison. Il est incontestable que c'est à cette logique du beau et à leur imagination merveilleuse, que les Grecs doivent leur supériorité dans la construction et la décoration des édifices. Ils n'ont jamais sacrifié à la fantaisie leur amour du beau et du vrai. Vous pouvez étudier tous les monuments d'Athènes, vous n'y trouverez pas une colonne, une frise, un fronton qui n'ait sa raison d'être. Hélas! les modernes ont étrangement méconnu cette règle. Que de colonnes géantes pour soutenir des statues microscopiques! Que de consoles sans emploi! Que de profils charmants et inutiles! festons et astragales partout! Notre décoration moderne a sur l'antique une incontestable supériorité, c'est qu'on peut la mesurer au mètre carré. Nos temples s'ornent de bassins et de sources jaillissantes, comme si les ablutions faisaient partie de notre culte.

Nos pères faisaient des places pour les monuments. Aujourd'hui les monuments se construisent pour les places qu'ils doivent occuper.

Voici une encoignure de boulevards. Il s'agit de l'orner. On y mettra ou une fontaine ou un temple; pour la fontaine, on abattra l'angle, et ce tronçon, bon tout au plus à une gigantesque enseigne de la *Redingote Grise*, sera décoré de bronzes et de marbres.

Ailleurs on construit une église en trapèze; mais il faut un triangle. Atten-

dez : devant le temple, dont la façade mesure la moitié de son abside, on placera un bassin, et le sommet cherché sera..... un bec de gaz.

Cette critique ne sert qu'à démontrer qu'en dehors de l'entente raisonnée de l'art, on ne saurait arriver à l'harmonie et à la beauté.

Ces lois de l'harmonie sont tellement impérieuses, que le plus pratique des mécaniciens ne saurait y échapper absolument, sans choquer le goût. Quand l'ingénieur, aidé de ses calculs et de son expérience, a distribué de la façon la plus utile et la plus économique les molécules de fonte dans un rayon de volant ou dans un levier quelconque, il cherche le profil de ce levier, en tenant compte du maximum de puissance ou de résistance, et aussi de l'impression de l'œil. La plus parfaite de toutes les machines, l'homme, ne réunit-elle pas au plus haut degré ces deux conditions de mécanique et d'esthétique?

Que ceci ne fasse sourire personne. Je sais bien que des esprits absolus cherchent à séparer les membres de cette grande famille. Ces exclusions ne servent ni à l'art, ni à l'industrie : Lamaque était général et artiste; un charpentier grec, construisant un beau navire, concourait aux prix olympiques; on recompensait le fabricant du bouclier d'Ajax; Michel-Ange ne dédaignait pas de se faire général du génie pour défendre Florence; Léonard de Vinci était un grand mécanicien et un ingénieur estimable. Nicolo Grosso, un simple forgeron, a fabriqué sur son enclume les élégantes ferrures du palais Strozzi, à Florence. Nous pourrions multiplier à l'infini nos exemples.

Il faut bien reconnaître que les conditions de l'art sont changées aujourd'hui, et que son rôle a été amoindri. Le goût général est plutôt du côté de la perfection et du fini dans l'exécution, que de la forme vraiment artistique. C'est une loi toujours confirmée par l'histoire, que la diffusion des arts amène forcément leur décadence. Quand tous prennent le droit de juger les choses de l'art, tous sont bien près de se croire artistes eux-mêmes. Que de gens aujourd'hui qui s'imaginent que l'art, comme le soleil, brillant pour tout le monde, il est inutile ou superflu d'en étudier sérieusement les principes, et que le sentiment remplace l'éducation! L'art et le goût élevé peuvent se développer, sans règles, dans les hommes de génie, mais nous avons besoin, en général, de longues études pour nous initier à la connaissance des belles choses. L'enseignement rudimentaire que reçoivent les ouvriers et les contre-maîtres dans les écoles de dessin, ne suffit pas à en faire des artistes. Quelques exceptions brillantes peuvent sortir de la foule, mais le résultat général ne donne qu'un très-grand nombre d'œuvres accomplies par d'excellents ouvriers qui se croient, et qui ne sont pas encore des artistes.

Je sais bien que des hommes de talent concourent à des œuvres industrielles, mais ils sont en telle minorité, que, ne pouvant élever l'industrie, ils ont rabaissé l'art. Ne pouvant faire la loi, ils ont subi celle de la mode. L'industriel ayant en général, à sa disposition, tous les moyens matériels de la réalisation de l'idée, impose naturellement sa volonté à l'artiste, qui ne devient plus que le pâle traducteur d'une idée qui n'est pas la sienne. Une sorte de méfiance réciproque rend infructueuse une collaboration dans laquelle chacun devrait apporter, dans la mesure convenable, ses aptitudes spéciales.

Mais, objectera-t-on, cette part plus large donnée à l'initiative des artistes, augmentera-t-elle le résultat industriel? Je répondrai que le grand mot de Progrès est aujourd'hui un drapeau qui réunit, en une seule légion, tous les travailleurs, et rend solidaires tous leurs intérêts. Derrière cette brillante fiction, il est une considération plus pratique; il est incontestable que l'amélioration artistique des œuvres modernes leur faciliterait la concurrence avec les œuvres anciennes. Celles-ci conservent sans doute un mérite de convention, qui est

leur âge, mais le plus souvent un autre mérite très-réel, leur valeur artistique. Nous étudierons plus tard la question du beau à bon marché. Constatons, dès à présent, que les produits les plus beaux sont, en général, ceux qui réalisent le plus complétement les vues industrielles du chef d'établissement; le résultat contraire, quand il se présente, est dû à des circonstances particulières.

Nous pensons que l'industrie doit faire un pas vers l'art, et que l'art doit se rapprocher plus intimement de l'industrie. C'est seulement par la collaboration habituelle d'artistes très-médiocres que l'industrie, qui règne en souveraine, a été amenée à cette prodigieuse fabrication d'œuvres, parmi lesquelles les belles choses sont une rare exception. Pourquoi les artistes d'un vrai talent et les grands industriels ne se prêteraient-ils pas, dans un intérêt commun, à des transactions honorables, qui changeraient dans un temps très-court les fâcheuses conditions que nous venons de signaler? Le Champ de Mars me paraît le terrain le mieux choisi pour ce duel de courtoisie. Les artistes et les industriels devraient s'y chercher et s'y entretenir de leurs spécialités. L'artiste apprendrait à se conformer, sans déroger, aux exigences de la fabrication moderne, et l'industriel y trouverait les moyens d'augmenter la valeur de ses produits.

Nous venons d'exposer succinctement l'esprit dans lequel nous comptons apprécier, à l'Exposition universelle, les œuvres qui rentrent dans la famille des arts et de l'industrie. Nous allons faire précéder nos études d'une rapide histoire des arts.

Laissant de côté l'origine nuageuse de l'art indien et chinois, nous signalerons les peuples principaux de l'antiquité, chez lesquels se sont développés les arts. Ces peuples sont les Égyptiens, les Étrusques, les Grecs et les Romains.

Nous n'aborderons pas la question de savoir si l'art s'est développé spontanément chez les divers peuples de l'antiquité. La discussion nous conduirait trop loin. Constatons simplement l'influence de l'art grec sur l'art égyptien, étrusque et romain, lorsque les relations de ces peuples se sont développées.

L'art égyptien renferme trois époques distinctes : le premier style remonte à des siècles inconnus et s'arrête à la conquête de Cambyse, ou plutôt à celle d'Alexandre. Ce style est dur, les lignes sont parallèles, les pieds plats et réunis, les yeux obliques, les reliefs en saillie sur un plan creux. A ces époques reculées, l'artiste n'était guère qu'un artisan, la vocation, ou plutôt le métier, était héréditaire dans les familles, et cette condition ne permettait guère le développement du génie. Diodore ne nous a transmis qu'un nom de sculpteur égyptien, Memnon, qui a élevé des statues à Thèbes.

La conquête introduisit le goût grec dans l'art égyptien, qui s'assouplit et produisit des œuvres se rapprochant de la nature et de la beauté. Ce second style, de plus en plus éloigné du style primitif, s'arrête au règne de l'empereur Adrien. Ce prince superstitieux introduisit à Rome la plupart des divinités égyptiennes, et en fit copier les images primitives avec un soin qui rapproche ce troisième style du premier. Les connaisseurs superficiels confondent souvent les œuvres de ces deux époques si éloignées.

Les Égyptiens dessinaient leur modèle sur la matière qui devait former leurs statues. On sciait ensuite les parties extérieures, et le poli venait enfin.

Les matières qu'ils employaient, étaient :

La terre cuite, colorée ou vernie en vert.

Le granit rouge, noir ou gris.

Le basalte, pierre volcanique, noire ou verdâtre.

Le porphyre rouge ou vert.

La pierre d'émeraude, dont la gangue servait de fond.

Les couleurs de leurs peintures étaient détrempées à l'eau avec de la gomme. Ils avaient cinq couleurs : le blanc, le noir, le jaune, le rouge et le vert. Les toiles étaient enduites d'une couche blanche, et ce blanc servait aux lumières. Leurs peintures murales étaient préparées avec un mordant très-énergique, qui les a conservées.

Les Étrusques sont le plus ancien peuple de l'Europe qui ait cultivé les arts. Moins ancien que l'art égyptien, l'art étrusque a précédé l'art grec. Ici, comme en Égypte, l'influence grecque a transformé le génie national, dès que les relations des deux peuples sont devenues permanentes. La régénération s'est faite par l'Italie méridionale et particulièrement par la Campanie, dont les rapports étaient fréquents avec la Grèce ; les migrations des races pélasgiques avaient d'ailleurs transporté en Italie les traditions de l'ancienne histoire grecque, à laquelle les artistes étrusques ont presque toujours emprunté leurs sujets.

L'ancien style étrusque, qui présente une certaine analogie de formes avec l'art égyptien, est dur, roide et austère ; les ornements sont sévères, les figures sont drapées d'étoffes sans souplesse et à plis parallèles ; les sujets sont peu variés, les artistes se copient ou reproduisent les mêmes événements : l'expédition des Argonautes, la guerre de Thèbes, etc. Dans les plus anciens reliefs, l'écriture se présente de droite à gauche, comme dans l'ancien grec ; l'écriture de gauche à droite indique une origine plus récente. Quelques dieux étaient communs aux Étrusques et aux Grecs ; leurs grands dieux étaient ailés : Jupiter avait la forme d'un scarabée ; cette forme se retrouve dans presque toutes les pierres précieuses gravées par les Étrusques.

Le style étrusque se modifia profondément sous l'influence de la Grèce ; il devient très-difficile de distinguer dans cette période les œuvres des deux peuples : la différence principale, mais souvent insensible, consiste dans une certaine dureté et une violence que les Grecs avaient perdues depuis longtemps, et que les Étrusques conservèrent.

Nous avons peu de documents sur l'art étrusque. Exposés aux invasions des barbares, la plupart de leurs marbres ont été détruits ; les vases de terre cuite se sont conservés principalement dans les sépulcres de la Campanie. Ces vases seront éternellement des modèles d'art et de fabrication ; le fond du vase formait le ton des figures ; ces figures, limitées par un trait au vernis noir, ne présentent aucun modelé, mais les lignes en sont superbes ; le champ était enduit d'un vernis noirâtre.

L'architecture étrusque a de l'analogie avec celle des Grecs primitifs et aussi avec celle des Égyptiens.

Passons à l'art grec et romain.

La division des peuples primitifs qui habitaient la Grèce était antipathique au développement des arts. Les migrations des races dorienne et ionienne nuisirent longtemps à l'établissement de gouvernements réguliers. Les républiques qui succédèrent aux institutions antiques étaient merveilleusement propres à développer les instincts des grandes choses et des belles choses.

La confédération hellénique, si souvent déchirée par les guerres civiles, obligée de résister aux invasions des barbares de l'Asie, avait établi et maintenu une institution unique dans les fastes de l'histoire ancienne : les jeux olympiques. Nous y retrouvons l'idée primitive des expositions universelles. Tous les quatre ans, cette fête vraiment nationale réunissait toutes les populations grecques sur les bords de l'Alphée. Pendant ces luttes pacifiques toute haine était suspendue, les ennemis de la veille et du lendemain abandonnaient les camps et les forteresses pour assister ou prendre part à ces concours de la force, de l'adresse, du

courage, de la poésie et de l'art. Que de rapprochements instructifs nous pourrions faire entre cette exhibition et les nôtres! Bornons-nous à reconnaître l'influence de pareilles réunions sur tous les progrès de l'humanité.

L'art grec s'est appliqué surtout à reproduire les dieux et les héros; il est curieux d'étudier chez ce peuple, qui a possédé tous les raffinements d'une civilisation avancée, les simulacres primitifs de leur culte. Leurs trente dieux étaient représentés par des pierres rectangulaires; plus tard, ils placèrent une tête sur ces pierres, puis ils indiquèrent les sexes, et Dédale fut le premier qui indiqua la séparation des jambes par une simple rainure verticale.

Après plusieurs siècles, l'art se constitue; il est d'abord roide, dur et sévère. Il arrive au sublime sous le ciseau de Phidias et de ses rivaux. Praxitèle et son siècle abandonnent l'idée sublime de la beauté pour étudier la nature dans ses détails. L'art devient charmant, en abandonnant les hauteurs où l'avait placé Phidias. La décadence de l'art grec n'est que relative; Athènes et Corinthe, dévastées par Rome, donnèrent encore aux vainqueurs de superbes modèles et de grands artistes. L'art était encore plein de vie quand la conquête le transporta chez les maîtres du monde.

L'art romain n'a pas d'histoire séparée de celui de l'art grec. Le génie national ne se développa dans Rome que sous l'influence étrangère. Les peuples latins, occupés de la conquête de l'univers, n'avaient pas trouvé avant la dictature et l'ère impériale les loisirs nécessaires à la culture des arts; même après la conquête, la plupart des artistes de Rome étaient d'origine grecque. L'art romain n'est donc que l'art grec passant par les degrés de décadence qu'il dut traverser pour arriver à s'éteindre dans le chaos du Bas-Empire et des siècles barbares.

Les anciens faisaient leurs modèles en plâtre mêlé de craie. Leurs statues étaient d'ivoire, d'or, de marbre, de basalte, de porphyre; ils ébauchaient comme les modernes, ils donnaient le poli au moyen de la pierre ponce, du plomb et du tripoli; la dernière main était quelquefois donnée avec le ciseau; leurs restaurations se faisaient au moyen de marbre pilé, réduit en stuc et attaché par des clous; ils travaillaient leurs pierres avec des aiguilles diamantées et ils connaissaient probablement le tour. Les cornioles et les agates étaient les pierres les plus employées.

La peinture fut d'abord monochrome et les figures peintes en rouge, sans modelé; plus tard, l'art se perfectionna et se compléta: ils peignaient à l'encaustique et au feu.

Nous venons d'indiquer d'une façon sommaire les évolutions de l'art dans l'antiquité, traversons rapidement le moyen âge et les temps modernes.

La destruction de l'empire romain par les barbares anéantit l'art pendant six siècles. La décadence se manifeste surtout dans le quatrième siècle, sous Constantin. Dans le sixième siècle, deux monuments indiquent l'état dans lequel se trouvaient l'architecture et la décoration; ces deux monuments sont la vieille église de Saint-Denis et la mosquée de Cordoue. Sous Charlemagne, l'art reprend une apparence de vie.

La vraie renaissance des arts date du onzième siècle. La cathédrale de Pise est un des monuments les plus complets et les plus anciens de cette renaissance. L'architecte Buschetto, Buskett, ou Buskeptos, était-il Italien, Allemand ou Grec? L'art venait-il de l'Orient, de la Germanie, ou renaissait-il spontanément en Italie? On ne sait. Nous appelons ici renaissance la véritable restauration de l'art et non point, comme on en a l'habitude en France, le remplacement du gothique par le retour à l'antique, au seizième siècle.

Quoi qu'il en soit, les artistes italiens donnèrent pendant une période de six cents ans un essor prodigieux à l'art. Le seizième siècle se rapproche du siècle de Périclès.

Pendant que l'architecture, la sculpture et la peinture suivaient cette marche ascendante à Rome, à Florence, à Venise, les artistes de la Lombardie se livraient à toutes les plus charmantes fantaisies de la décoration. Aux traditions de l'art antique ils surent ajouter, sans choquer le goût, toutes les richesses de leur imagination. La France suivait, sous l'influence italienne, ces magnifiques progrès.

Après Michel-Ange, le goût commence à s'altérer; les ornements deviennent lourds, et la décoration, dépassant les limites de sa mission, surcharge l'architecture qui, égarée elle-même à la recherche de la convention et de l'inutile, avait perdu les traditions de la vraie beauté.

En France, l'art, devenu pompeux et boursouflé sous Louis XIV, prit sous son successeur une élégance un peu grêle. La Révolution et l'Empire remirent en honneur les chefs-d'œuvre de l'antiquité. Ce retour à l'antique ne fut pas heureux, nos pères essayèrent de copier au lieu d'interpréter l'art grec et romain, et ils ne surent même pas copier.

L'étude de l'art contemporain va trouver sa place dans l'examen des œuvres qui figurent à l'Exposition.

Au milieu des innombrables produits de l'Exposition universelle, une confusion naturelle envahit l'esprit et l'œil du visiteur; à peine arrêté par un objet intéressant, on se sent attiré par les œuvres voisines, et la méthode devient la condition indispensable d'une saine et utile critique. Ici, de grandes difficultés se présentent. La plupart des exposants d'œuvres d'art montrent au public des collections incomplètes qui ne seront définitives que dans quelques jours, peut-être dans quelques semaines. Je sais bien que la critique libre pourrait imiter la critique officielle, c'est-à-dire la commission des récompenses. Celle-ci, en effet a déjà terminé à peu près son examen, et l'on peut raisonnablement se demander si les moyens sommaires qu'elle a dû employer, sont suffisants pour un simple historien de l'Exposition. Il est vrai que beaucoup de produits déjà connus antérieurement servent à établir la supériorité de tel ou tel fabricant, mais quant à nous, voici quel a été notre principe : ne rien juger que d'après les échantillons exposés au Champ de Mars. Ce greffe gigantesque renferme ou renfermera toutes les pièces de procédure destinées à motiver nos jugements. Nous allons donc commencer par un examen attentif des œuvres qui nous frapperont par leur supériorité. Nous surveillerons l'arrivée des œuvres non encore exposées, et elles ne seront pas les moins importantes; cette étude terminée, nous arriverons à juger définitivement l'ensemble de l'Exposition. Cette marche est la plus lente, mais la plus sûre. Nous pensons qu'elle répondra aux exigences des esprits sérieux, qui pourront ainsi contrôler plus sûrement nos appréciations.

Certes nous aurions préféré avoir, dès aujourd'hui, tous les éléments de notre critique sous la main, et nous pourrions ici blâmer la lenteur ou la négligence de certains exposants, mais il vaut mieux se servir de ce qu'on a que de regretter ce qu'on n'a pas.

Donc, entrons en matière.

M. Lerolle[1], expose de très-remarquables produits et sa fabrication d'objets mobiliers en bronze et surtout en cuivre mérite toute l'attention des connais-

1. L'exécution des planches n'étant pas terminée, nous donnerons dans un prochain fascicule les dessins des objets qui nous auront paru les plus remarquables. E. L.

seurs. Nous avons particulièrement distingué une superbe pendule style Louis XIV en cuivre. Cette pendule est conçue et exécutée de façon à satisfaire les plus difficiles. On pourrait reprocher aux deux figures de femmes, qui ornent latéralement le socle de rappeler plutôt le seizième que le dix-septième siècle. Mais l'ensemble produit un charmant effet, et la fabrication est excellente.

M. Odiot (nom bien connu) justifie sa grande réputation par une exposition superbe, quoique encore incomplète. Un modèle de candélabres en argent, dans le style de la renaissance, attire surtout l'attention, dans cette collection d'objets vraiment artistiques. Ces candélabres sont ornés de figures nues à mi-corps finissant en terme. Ces figures sont d'un modelé ferme et détaillé. L'ensemble est élégant. Les figures sont modelées par M. Gilbert.

Citons une charmante corbeille dont les anses, formées d'une double volute de feuillage, sont soutenues par un gracieux buste de femme. Les ornements de la panse applatie de la corbeille représentent, en fin relief, des nymphes soutenant un écusson et de petits amours enlacés dans un rinceau de feuillages. Le travail est digne du métal.

Les ustensiles de table les plus simples se font remarquer par le soin minutieux de la fabrication.

La maison Christofle a matérialisé et étalé aux yeux un véritable rêve de nabab ; il est difficile d'échapper à un éblouissement en face de tous ces rayons d'or et d'argent. Nous déclarons que notre goût personnel nous éloigne un peu de ces splendeurs aveuglantes. L'or employé en masse nuit plutôt qu'il ne sert à l'ornementation. Ses reflets sont tapageurs, et les grands maîtres en ont toujours restreint l'usage. L'or mat n'a pas d'ombre sensible et cette diffusion de la lumière ne favorise pas le modelé. Dans les cuivres, dans les bronzes, dans les cristaux on rencontre, en outre, des oppositions de couleurs qui contribuent puissamment à l'effet. L'or ne possède qu'artificiellement ces chatoiements harmonieux qui charment l'œil dans les métaux moins précieux, et qu'on retrouve jusque dans les belles faïences italiennes. L'or sert à rehausser l'éclat des autres matières, mais il ne devrait pas les remplacer complétement.

Les deux pièces principales de l'exposition Christofle sont deux surtouts de table dont l'un fait partie du mobilier des Tuileries et le second de l'Hôtel de Ville.

Le surtout de l'Hôtel de Ville représente un vaisseau éclairé à l'avant par une statuette du Progrès tenant une torche allumée. La Prudence est au gouvernail. Au milieu, la Ville de Paris portée sur le pavois par quatre figures allégoriques, la Science, l'Art, le Commerce et l'Industrie. Des tritons et des dauphins folâtrent dans les eaux unies et argentées du navire. Aux deux extrémités de cet immense plateau des chevaux marins, des génies et des tritons. Les pièces latérales complètent l'ensemble avec vingt candélabres, quatre vases en porcelaine de Sèvres montés en bronze doré, des jardinières et cent-vingt pièces accessoires.

Il serait facile de critiquer la composition de ce morceau important. Les nécessités de l'allégorie adoptée par l'artiste n'excusent pas suffisamment le défaut de tenue de l'ensemble. On peut regretter dans cette œuvre si ornée, des lacunes et des vides. La beauté a été un peu sacrifiée à la vraisemblance. Pourquoi le dessin du support suit-il le contour du navire ? C'est un vaisseau dans un autre vaisseau. Il valait mieux rappeler dans ce support, la forme quadrangulaire du pavois sur lequel est assise la figure principale. La distribution des figures eût certainement gagné à cette modification. La fabrication de cette pièce gigantesque d'orfèverie n'en reste pas moins un tour de force. Nous y reviendrons.

Nous avons remarqué aussi de beaux candélabres greco-étrusques en bronze doré et émaillé.

L'exposition de M. Froment-Meurice n'est pas encore au complet. Elle présente déjà des pièces intéressantes. Nous y avons remarqué un joli coffret d'ébène et argent avec ornements d'or en filet. Ce coffret plein est surmonté d'une figurine d'amazone à cheval se défendant contre un tigre. C'est d'un travail délicat et d'un fini remarquable.

M. Tahan porte un nom qui oblige. Il existe encore bien des places vides dans ses vitrines. Nous avons distingué un élégant guéridon dont le plateau concave est en bronze émaillé en bleu avec fleurs et décorations. Ce disque est serti dans une couronne ornée. Le support, terminé en trépied, complète un meuble d'une grâce un peu grêle mais vraiment parisienne.

En quittant la région française, le visiteur se sent quelque peu dépaysé. Les nations étrangères ont évidemment des tendances différentes des nôtres, leur goût les porte à d'autres recherches, elles ont d'autres préoccupations. L'exposition anglaise notamment témoigne nettement de cette diversité. Nous développerons nos impressions sur ce sujet dans un prochain article. Les meubles et les objets d'art anglais méritent un examen complet et détaillé. Mentionnons aujourd'hui, en terminant, une bibliothèque d'ébène de la maison Whytock et Cᵉ d'Édimbourg. Les sculptures en relief ne manquent pas d'élégance ; ce meuble est bien assis et réalise des conditions de commodité complètes. Le style du XVIᵉ siècle se retrouve dans l'ornementation et le confortable moderne a présidé à la distribution des compartiments.

Fin du premier article sur les beaux-arts et l'industrie.

ÉTUDE

SUR

L'IMPRESSION ET LA TEINTURE DES TISSUS

PAR Dr KÆPPELIN,

Chimiste industriel, rédacteur aux *Annales du Génie civil.*

I

Avant de comparer entre eux les produits si nombreux et si variés de l'Industrie qui fait l'objet de cette étude, il me paraît opportun d'en présenter au lecteur un aperçu historique, et de lui dire aussi succinctement que le comporte ce vaste sujet, quelles sont les découvertes les plus remarquables qui ont fait date aux époques principales de son développement et sur lesquelles on a pu recueillir des données certaines, depuis les temps anciens jusqu'à nos jours. Cette revue rapide nous servira d'entrée en matière et sera peut-être utile à ceux qui pénétreront avec nous, dans l'enceinte du Palais de l'Exposition, où nous verrons tous les peuples soumettre leurs œuvres, produits de leur intelligence, de leur industrie et de leur génie, au jugement d'un aréopage choisi par eux-mêmes. Nous apprendrons surtout à apprécier les progrès de leurs arts industriels, nous nous convaincrons que la science a fait pénétrer presque partout aujourd'hui ses rayons lumineux, et que, grâce à la diffusion croissante de toutes les connaissances acquises jusqu'à ce jour des lois de la chimie et de la physique, et à la rapidité avec laquelle se propagent les miraculeuses inventions du génie moderne, il n'existe presque plus de peuples qui puissent conserver le monopole de n'importe quelle industrie. Tous essayent leurs forces sur le vaste champ qui leur est ouvert, et désormais il nous faut compter avec tous et ne pas nous croire assurés du triomphe, après un avantage que nous pouvons avoir remporté un jour, mais qui demain peut-être nous sera enlevé. Dans ces combats d'un nouveau genre, le vainqueur de la veille est, comme dans tous les combats, souvent le vaincu du lendemain, et c'est au plus ingénieux, au plus persévérant, au plus instruit, que doit appartenir la victoire du jour.

En commençant cette étude, je sens que j'ai entrepris une tâche difficile, mais je m'efforcerai de la remplir consciencieusement et sans parti pris. Puissé-je réussir à contribuer pour une petite part à la création d'un livre qu'on désirera lire, comme étant le compte rendu fidèle d'une lutte gigantesque, glorieuse et pacifique.

Origine de l'impression des tissus et son établissement en Europe.

La fabrication des toiles peintes constituait primitivement l'art de reproduire sur les tissus, comme les peintres sur la toile, l'image des objets qui se présentent à nos yeux, et elle doit son nom à l'usage que l'on faisait de pinceaux pour appliquer les couleurs sur les étoffes. Ces pinceaux furent remplacés, chez

les Chinois, par des planches gravées en relief; mais ce ne fut que deux mille ans après, quand l'industrie européenne se fut approprié cette fabrication, qu'on inventa les machines à imprimer, au moyen desquelles on obtient ces résultats immenses que le travail mécanique peut seul produire et que nous admirons à l'Exposition.

La fabrication des *Indiennes* est originaire d'Orient, où elle était connue dans les temps les plus reculés; ainsi, à l'époque d'Alexandre, trois siècles et demi avant Jésus-Christ, on fabriquait dans les Indes des tissus recouverts de dessins diversement coloriés et, deux siècles auparavant, nous voyons d'après les récits d'Hérodote, que les habitants du Caucase imprimaient déjà sur leurs vêtements les figures de différents animaux, à l'aide de couleurs aussi durables que l'étoffe elle-même. Pline (dans son livre xxxv, § 42, p. 61, du tome 20, édition de Panckouke) nous parle des procédés des Indiens, et les indications qu'il en donne prouvent que ces derniers connaissaient différents mordants, ainsi que la manière de les appliquer sur les tissus et de les colorer différemment dans un seul bain de teinture; leurs procédés sont encore pratiqués aujourd'hui dans quelques-unes des contrées de l'Asie, dans toute leur simplicité primitive. M. Auguste Haussmann, délégué de l'industrie cotonnière, attaché à l'ambassade en Chine, nous donne, en parlant dans son ouvrage de la culture du coton et de l'industrie cotonnière en Chine, des détails fort intéressants sur les impressions sur tissus de ce pays.

Hollande. Malgré l'antiquité de son origine, l'industrie des toiles peintes resta pendant plus de deux mille ans entre les mains des peuples de l'extrême Orient, et ce n'est qu'au dix-septième siècle que les Hollandais commencèrent à la faire connaître en Europe, en y important les *Indiennes*. Ils furent longtemps les seuls à faire ce commerce, et en l'étendant aux autres productions de l'Inde, ils lui firent prendre des proportions colossales et éveillèrent ainsi la jalousie des autres peuples de l'Europe, qui cherchèrent à leur en enlever le monopole. C'est alors qu'ils songèrent à établir des fabriques de toiles peintes dans leur propre pays, et ils purent bientôt, grâce à l'industrie d'un Français, fabriquer eux-mêmes des tissus imprimés, qu'ils vendaient sous le nom de Pattenas quand ils étaient à deux couleurs, rouge et noir, et sous celui de Surates, quand ils étaient à une seule couleur, violette ou rouge. Ces fabriques devinrent bientôt très-nombreuses à Amsterdam, et peu de temps après il s'en éleva de semblables dans les villes voisines telles que Brême et Hambourg.

Les Anglais, à leur tour, cherchèrent à imiter ces belles *Perses* qui tiraient leur nom du pays où on les fabriquait, et qui étaient plus recherchées que les indiennes proprement dites; ce fut aussi un réfugié français qui établit en 1690 la première fabrique de toiles imprimées sur les bords de la Tamise.

Suisse. A la même époque, à peu près, un troisième Français qui s'appelait *Jaques Deluze*, forcé comme les autres de fuir son pays devant la persécution religieuse, s'établit à Neufchatel et y créa cette belle industrie. Ce fut lui, ainsi que *Brutel*, du canton de Berne, et *Ryhiner*, de Bâle, qui fondèrent les trois premiers établissements de ce genre en Suisse. Leur succès fut complet, et c'est à Neufchatel surtout que se forma la pléiade des fabricants qui s'établirent plus tard dans les pays voisins, comme l'Allemagne et la France.

France. C'est ainsi qu'en 1750 *Oberkampf*, après avoir étudié la fabrication de Neufchatel, créa la manufacture de Jouy, près de Versailles, et que *Frey*, de Genève, et *Ponchet*, de Bolbec, établirent les deux premières fabriques de la Normandie. Malgré l'opposition qui s'éleva contre ces établissements, au sein même de toutes nos chambres de commerce, l'on vit bientôt les différentes vallées qui entourent

Rouen s'animer par la création de nouvelles fabriques que l'on construisit à Deville, Maromme, Darnethal, Bolbec et Bapaume, et où aujourd'hui encore elles font la richesse du pays.

Si nous tournons nos regards vers l'est de la France, nous voyons, en 1775, s'élever la fabrique des Haussmann, Emerich Jordan et Cᵉ, à Colmar; en 1776, Jean-Jacques Schmaltzer, et quatre années plus tard André Hartmann et Henri Riegé créèrent un établissement modèle à Munster; en 1783, ce sont les Senn Bidermann et Cᵉ, puis les Bourcart, les Gros, Davillier, Roman, qui fondèrent dans la belle vallée de Saint-Amarin, un de ces établissements complets qui peuvent seuls donner une juste idée de la puissance de l'industrie.

D'autres villes de cette belle province de la France, telles que Thann, Guebviller, Cernay, Lutterbach, Sainte-Marie-aux-Mines virent à leur tour s'élever de nombreuses fabriques d'indiennes, des teintureries, des filatures et des tissages, le long de ces cours d'eau qui vont, en jaillissant du sommet des Vosges, répandre la vie et l'abondance dans les plaines qu'ils traversent. C'est alors que les Haussmann, Dollfus, Nicolas Rissler, Osterried, Ziegler, Zürcher, Schwartz, Witz, Hofer et Schlumberger, et tant d'autres, depuis 1788 jusqu'à nos jours, enrichirent l'industrie cotonnière de découvertes nombreuses, et, quand on réfléchit à toutes les difficultés qu'ils eurent à vaincre pour arriver aux magnifiques résultats qu'ils ont obtenus, on admire leur persévérance et leur esprit de recherche. C'est surtout chez les fabricants de Mulhouse, cette capitale de l'industrie cotonnière en France, que nous retrouvons ces qualités développées à un haut degré et se perpétuant pour ainsi dire dans les familles; c'est ainsi que le nom de ce Koechlin, qui dès 1746 établit à Mulhouse une manufacture d'impressions sur étoffes, est encore aujourd'hui celui de nos plus grands industriels.

Il en est de même des Dollfus, Rissler, Hartmann, Haussmann, Hofer, Huguenin, Schwartz, Thierry, Heilmann, Blech Fries, Roman, Marozeau, des Baumgartner et des Schlumberger, etc., qui pendant un siècle ont contribué par des travaux constants, des publications importantes, des perfectionnements continus, à doter notre pays d'une industrie qui atteignit bientôt un degré de prospérité inouï. Cependant, le chiffre de la production ne s'éleva rapidement que quarante ans après; ainsi le nombre de pièces fabriquées à Mulhouse, qui était de 30,000 par an en 1746, ne fit que tripler en 1786 et quintupler en 1822.

Il est en ce moment de plus d'un million de pièces de 100 mètres de longueur, et il existe telle fabrique, des ateliers de laquelle sortent aujourd'hui plus de pièces en une seule année, que ne pouvaient en livrer au commerce tous les établissements réunis de la ville au commencement du siècle. Les causes de cet accroissement de la production pendant cette dernière période doivent être attribuées à l'extension considérable qu'a prise notre commerce d'exportation. Mais pour suffire à ces besoins il fallut trouver des machines nouvelles, apporter des perfectionnements dans le travail et plus de rapidité dans les procédés de teinture. C'est surtout à l'invention des machines à imprimer au rouleau un grand nombre de couleurs à la fois, que l'on peut attribuer la marche rapide que suivit l'industrie des toiles peintes dans la voie du progrès.

Allemagne. C'est en 1698 que la fabrication des indiennes fut importée en Allemagne par Neuhofer qui obtint à cette époque une patente pour établir une fabrique d'impressions à Augsbourg. Jean-Henri de Schule, qui fit son apprentissage dans une maison de Strasbourg, n'obtint qu'en 1756 l'autorisation de créer un établissement du même genre dans cette même ville, et bientôt il se fit remarquer par la beauté de sa fabrication, la richesse de ses dessins et l'éclat des couleurs qu'il fixait sur les tissus. Il devint à cette époque le beau-père de J.-M. Haussmann qui, comme nous l'avons dit, fonda en 1772, avec son père

pharmacien à Colmar, la belle fabrique d'indiennes du Logelbach. Nous verrons plus tard que J.-M. Haussmann laissa des écrits fort remarquables sur l'emploi du chlore dans le blanchiment des tissus, sur la composition des mordants et la fabrication des laques colorées, dont on fit un usage considérable longtemps après sa mort (procédé Broquette).

Ce fut encore lui qui perfectionna la fabrication des rouges d'Andrinople, qui remplaça le bleu d'indigo par le bleu de Prusse dans plusieurs de ses applications et qui fut, en un mot, le précurseur de la plupart des innovations qui ont enrichi notre industrie.

C'est à partir de ce moment que de nombreuses fabriques s'élevèrent, à l'instar de celles de la ville d'Augsbourg, en Autriche, en Prusse et dans le duché de Baden, et aujourd'hui nous voyons dans tous ces pays, de magnifiques établissements dans lesquels on fabrique tous les genres d'impression et qui ont acquis une grande réputation. Il nous suffit de citer les noms des Leitenberger à Cosmanos, des Dormitzer, Porgès, Przibram à Prague, des Goldschmidt, Naün et Lœwe à Berlin, des Dupasquier Fatton et Ce à Neukirchen, des Bossi, Grünhut, Goldenberger à Vienne, qui ont exposé les produits de leur fabrication, pour donner une juste idée des progrès réalisés par ces grands industriels devenus aujourd'hui nos plus redoutables concurrents sur les marchés de l'Europe.

Angleterre. Jetons maintenant un regard sur l'origine de l'impression des tissus en Angleterre, et nous verrons que, d'après la croyance des Anglais eux-mêmes (M. Thomson), elle y fut importée en 1670 par un Français. Depuis ce moment jusqu'à notre époque, elle y prit des proportions plus grandes que dans aucun autre pays, et l'on peut dire aujourd'hui qu'une grande partie de la fortune industrielle de l'Angleterre dépend du commerce des calicots imprimés.

Le roi-coton n'y est pas un mythe, et c'est surtout là qu'il règne en souverain absolu.

Les noms de Taylor, de Walker, de Clayton, Robert Peel et Thomson, de Walter Crum, de Graham, de Hoyle, de Mercer, etc., y sont aussi célèbres que ceux de nos plus grands fabricants d'Alsace et de Normandie, et c'est à leurs recherches, dirigées presque toujours vers l'économie de temps et d'argent que l'on peut apporter dans les travaux industriels, que l'on doit bien des inventions et de nombreux perfectionnements dans la fabrication des tissus imprimés.

C'est à l'invention d'un Écossais nommé Bell que l'on doit l'instrument de travail qui permit de centupler la production, et par conséquent, de suffire aux demandes toujours croissantes du commerce. Je veux parler de la machine à imprimer au rouleau d'une manière continue. Les premières indiennes imprimées au moyen de cette machine furent fabriquées par Charles Taylor et Thomas Walker, en 1770. Les rouleaux étaient primitivement en bois et gravés en relief; plus tard on les fit en cuivre, on les grava en creux comme les planches métalliques de la *planche plate*, machine dont l'emploi remonte à une date plus reculée. Ce fut Henri Mather qui inventa, en 1788, une nouvelle machine à imprimer avec ces cylindres en cuivre, et la maison Livessy, Hargrave, Hall et Ce, de Manchester, fut la première à s'en servir.

Elle était à une seule couleur, et ce ne fut que plus tard qu'Adam Varkinson construisit sa machine à deux couleurs.

Importation du rouleau en France.

Ce fut un ouvrier français nommé Lefèvre qui fit connaître en France cette admirable invention de la machine à imprimer au cylindre, qui fut d'abord exploitée, en l'an 1800, dans la fabrique de Jouy.

La seconde machine que construisit ce mécanicien fut employée dans l'établissement de Gros, Davillier et Ce, à Wesserlnig; la troisième dans la fabrique Dollfus-Gontard, à Bièvre; la quatrième à Beauvais, chez M. Baron, et la cinquième en 1806, chez MM. Dollfus-Mieg et Ce, à Dornach, près de Mulhouse.

Ce fut en 1800 qu'Ebinger de Saint-Denis se fit breveter pour une machine à imprimer d'une manière continue, au moyen de cylindres gravés en relief. Il lui donna le nom de Plombière, mais son emploi ne put se généraliser, vu son infériorité vis-à-vis des machines aux rouleaux gravés en creux.

La *Planche plate*, qui semble être née à une date plus reculée, consistait en une planche en métal gravée en creux et sur laquelle s'appliquait le tissu au moyen d'un rouleau presseur.

Ce genre de machines fut surtout employé pour les impressions de mouchoirs et reçut une application plus récente dans la fabrique de MM. Lacombe et Onfroy, à la Glacière, où j'en vis fonctionner sept à huit, à plusieurs couleurs et à rotation, d'une manière parfaite. Elles sortaient des ateliers de construction de Henri Beerstecher, mécanicien de Paris.

La création de l'impression au rouleau, à une et deux couleurs, fut l'origine de nouveaux genres de fabrication, et grâce aux connaissances plus étendues que nos grands fabricants, nos chimistes et nos mécaniciens s'efforcèrent d'acquérir par l'étude des sciences chimiques et physiques, il se réalisa des progrès rapides et constants dans la fabrication des toiles peintes, surtout en France et en Angleterre.

Espagne, Portugal. L'Espagne et le Portugal suivirent aussi ce grand mouvement, et il s'y éleva bientôt, à Barcelone surtout, de vastes établissements d'impressions d'étoffes, dont les produits ne manquent pas d'un certain mérite. Telles sont aujourd'hui les belles fabriques des frères Muntadas, qui dirigent la *España Industriale*, d'*Achon*, de José Ferrer, de Biosca et d'autres encore.

Amérique, Russie. — L'Amérique et la Russie, longtemps tributaires de l'Angleterre, de la France, de l'Allemagne et de la Suisse pour tous les produits de l'industrie cotonnière, tendent à s'affranchir chaque jour davantage de ce joug onéreux. On y voit aujourd'hui de grandes fabriques bien outillées, dans lesquelles se meuvent et travaillent des milliers d'ouvriers, des centaines de machines. Les plus importantes d'entre elles sont : pour la Russie, les fabriques de MM. Hübner, Zündel (Steinbach), Goutschkoff, Zoutkoff; les nombreux établissements situés à Ivanow, etc.; et pour l'Amérique les établissements d'Allen et Ce, de Hutchins, de L. Dunnell, à Providence, de Mason, de Prince, à Boston, etc... Je pourrais ajouter ici, sans crainte d'être accusé de partialité, que là, comme dans plusieurs autres parties de l'Europe, c'est à des Français qu'est due en partie la création des premiers établissements qui y ont prospéré, et aujourd'hui encore, ce sont des chimistes de notre pays qui dirigent un grand nombre d'établissements à Saint-Pétersbourg et à Moscou, comme à Barcelone ou à Providence; et à l'époque où je quittai le bel établissement de Wesserling, pour diriger des fabriques d'impression, en Allemagne, en Autriche et en Russie, et y établir la fabrication des genres les plus nouveaux, je rencontrai partout des compatriotes occupés à des travaux semblables, et dirigeant les plus grandes fabriques : ici Schaeffer; là Koechlin; plus loin Steinbach, Fries, Hübner, V. Barbé, Osterried, Espinasson, Dietz, Jarosson, etc...

On peut donc dire de la France industrielle ce que l'on a dit de la France politique, qu'elle est humanitaire; que les progrès qu'elle fait dans les arts industriels, elle les communique aux autres peuples sans crainte de leur fournir des armes contre elle, même pour le jour où elles les rencontrera sur ces nouveaux champs de bataille, qui, au lieu de s'appeler Friedland, Austerlitz ou

Magenta, se nommeront : Expositions universelles de 1851, 1855, 1862, 1867, 1872, 1877, etc.

Cette générosité qui nous porte à divulguer ce qu'on appelait autrefois les secrets de la fabrication, et ce sentiment élevé qui a réuni nos grands industriels en groupes intelligents, formant des sociétés savantes, publiant leurs travaux, leurs recherches et leurs découvertes, ont répandu la lumière dans les obscurités de la routine, et ont élargi la voie dans laquelle marche le monde industriel; c'est en nous guidant d'après ces mêmes principes que nous parviendrons à maintenir, à conserver la supériorité réelle que nous possédons dans *certaines* branches de l'industrie, supériorité que nos rivaux pourraient nous enlever, si nos forces venaient à fléchir, si l'originalité de nos travaux disparaissait.

Marche progressive de la fabrication.

INFLUENCE DES OUVRAGES SCIENTIFIQUES ET PRATIQUES.

Les premiers noms qui frappent notre esprit, quand nous pensons aux grands chimistes qui ont établi, d'une manière scientifique, les bases sur lesquelles reposent les arts industriels de la teinture et de l'impression des tissus, sont ceux de Macquer, de Berthollet, de Chaptal et de Vauquelin, qui vécurent à la même époque et publièrent, de 1780 à 1822, des travaux remarquables par leur nouveauté et leur profondeur.

Berthollet fit connaître l'application du chlore au blanchiment des tissus, et publia, en 1791, *les Éléments sur l'art de la teinture.*

Chaptal, malgré l'indépendance que procure la richesse, se livra aux travaux scientifiques les plus ardus, devint fabricant de produits chimiques et fit paraître de nombreux ouvrages, parmi lesquels je citerai : *les Éléments de chimie; un Traité de chimie appliquée aux arts; l'Art de la teinture du coton en rouge; l'Art du teinturier dégraisseur*; tous ces traités, écrits avec une science profonde, furent d'une grande et incontestable utilité, et rendirent d'immenses services aux fabricants de cette époque.

C'est alors que Vauquelin fit ses belles recherches dans le laboratoire de Fourcroy, qu'il publia ses nombreux mémoires sur toutes les branches de la science, et qu'il découvrit le chrome auquel on doit de si belles et de si nombreuses applications industrielles.

Longtemps avant cette époque illustrée par les grands génies que nous venons de nommer, il parut en 1429 un ouvrage italien de *Mariegola, dell'Arte dei tentori*, qui fut imprimé en 1710, et dans lequel l'auteur fait déjà preuve de connaissances pratiques assez étendues; plus tard, en 1540, *Rosetta* publia, à Venise, un traité complet de l'art de la teinture, qui fut traduit en français en 1716, sous le titre de *Suite du teinturier parfait, ou l'art de teindre les laines, soies, fils, peaux, plumes, etc.*, tel que cela se pratique à Gênes, Florence, Venise et dans le Levant. *Albo* écrivit, en 1672, son *Teinturier parfait*, qui parut d'abord à Bruxelles, puis à Leyde en 1708.

Ce sont là les plus anciens ouvrages qui aient paru sur la teinture et qui restèrent longtemps les seuls guides de ceux qui pratiquaient cette industrie, et ce n'est que quarante ans plus tard, en 1750, que parut un nouveau recueil fort complet : *L'art de la teinture des laines et des étoffes de laine*, par *Hellot*. En 1755, *Bolutsch* publia, à Prague, un ouvrage qui traite de la description et de l'emploi de quelques matières tinctoriales.

C'est en 1766 que fut écrit le premier ouvrage complet sur les impressions des tissus; c'est à *Jean Ryhiner*, fabricant d'indiennes, qu'on le doit; mais ce ne fut qu'en 1844 que M. Isaac Koechlin, de Loerrach, en fit don à la Société

industrielle de Mulhouse. C'est un traité manuscrit in-4°, sur la fabrication et le commerce, écrit en français et contenant les détails les plus intéressants sur l'emploi des matières colorantes, des sels et des mordants, et sur l'état de l'industrie en Suisse. Il parle en homme qui connaît bien son sujet, de tout ce qui a rapport à la direction d'une grande fabrique; mais le coloriste de cette époque est dépeint par lui avec une sévérité de langage qui ne pourrait plus s'appliquer qu'à bien peu de membres de cette classe, assez nombreuse aujourd'hui et généralement instruite, de jeunes gens qui ont embrassé cette carrière industrielle.

C'est à cette même époque, c'est-à-dire trois cents ans après la publication des premiers ouvrages italiens, que parurent presque simultanément plusieurs ouvrages publiés en France, en Allemagne et en Angleterre. Nous citerons, parmi les plus importants, ceux de Macquer, de Dufay, de 1764 à 1770; de Bancroft (Experimental researches concerning the philosophy of permanent colours); de L. Pileur d'Alpigny en 1778; de Gmélin en 1785 (tingendo per nitri-acidum-serico); de Guelich (sept volumes qui parurent à Ulm, de 1779 à 1799, sous le titre de *Vollstandiges Farb und Bleichebuch*); de Rueger, qui fit un Dictionnaire du teinturier en 1796; de notre grand fabricant Haussmann, qui écrivit en 1802 ses beaux et nombreux travaux sur l'industrie de l'impression sur tissus, son procédé nouveau pour teindre le lin et le coton en rouge turc, approuvé par Chaptal, son blanchiment artificiel du coton; de Hermstaedt, qui publia à Berlin, en 1802, 1807 et 1824, plusieurs ouvrages sur la teinture des tissus (ce fut lui qui découvrit le procédé d'animalisation du coton au moyen de son immersion dans une solution aqueuse de blanc d'œufs ou de colle forte, dans du sang ou dans du lait); de Hoelterhoff, qui écrivit à Erfurt, de 1812 à 1829, plusieurs ouvrages sur la fabrication du rouge turc, la teinture des tissus et les nouveaux progrès de la teinture et de l'impression; de Homassel, auteur d'un Cours pratique et théorique de la teinture; de Kurrer, qui publia en 1815, à Nuremberg, ses premiers travaux sur l'impression et la teinture, et qui fit paraître en 1858 un Recueil de toutes les innovations qui ont été introduites à cette époque dans ces deux arts industriels; de Leuchs, auteur du livre intitulé : *Vollstandige Farben und Farbekunst*, publié, en 1825, à Nuremberg; de d'Ambourney, qui fit un Recueil de procédés sur la teinture; de Delormois, qui écrivit l'Art de faire les indiennes; de Dingler, qui fit paraître à Bâle, en 1811, 1815 et 1818, plusieurs ouvrages techniques, et qui fonda son *Journal polytechnique*, qui paraît encore aujourd'hui à Augsbourg, sous la direction de son fils; de Vitalis, qui, de 1823 à 1829, fit paraître son Cours élémentaire de teinture, et son Manuel du teinturier, qui fut traduit en allemand par J. H. Schaetels.

Nous arrivons maintenant à une époque où les plus grands noms de la chimie moderne vont être mêlés à nos travaux et nous servir de guides.

C'est à partir de ce moment que, suivant les grands exemples de Bartholdi, de Berthollet, de Chaptal et de Vauquelin, nos plus illustres chimistes firent paraître leurs grands et beaux travaux. Ils sont trop connus de tous pour qu'il soit nécessaire de faire ressortir ici l'immense influence qu'exerça sur notre industrie, cette science créée par Lavoisier et Berzélius, et qui devait, sous cette grande impulsion primitive et sous celle de nos nouveaux maîtres, prendre l'essor le plus vaste et embrasser toutes les questions qui touchent à la vie humaine, au bien être de l'homme, ainsi qu'à l'amélioration et au perfectionnement de toutes les industries.

Je ne citerai ici que les ouvrages qui ont directement trait à l'application des matières colorantes tels que le *Traité de chimie* de Thénard; le *Traité de chimie* de M. Dumas, si complet dans tous les détails des industries qu'il décrit; les

Recherches chimiques, la *Coloration industrielle*, les *Recherches chimiques sur la teinture, etc.* de M. Chevreul; le *Traité théorique et pratique de l'impression des tissus* de M. Persoz et la *Publication de ses travaux, sur les nouveaux produits colorés de l'aniline*; les *Leçons de chimie appliquée aux arts industriels* de M. Girardin, qui nous parle avec science et clarté de toutes les découvertes récentes qui peuvent intéresser le fabricant; le *Nouveau traité des matières colorantes* de M. Schützenberger, qui a su traiter son sujet au double point de vue de la science et de la pratique, avec l'autorité d'un savoir réel.

Je citerai encore les *Recherches critiques et expérimentales sur la teinture*, de de M. Bolley, professeur de chimie à Zurich; le *Manuel du fabricant d'étoffes imprimées et de papier peint* par Lenormand; le *Manuel du teinturier* par MM. Riffault, Vergnaud, Julia de Fontenelle et Thillaye; le *Manuel du fabricant d'indienne* par Thillaye; l'*Art de la teinture de la laine* par Gonfreville; le *Traité de la fabrication des tissus imprimés* par D. Kæppelin; les Publications si utiles et si complètes *de la Société industrielle de Mulhouse*, qui renferment les communications de nos plus grands industriels et de nos plus habiles chimistes, qu'il me suffira de nommer ici pour donner la mesure des services qu'ils ont rendus à l'industrie : c'est, en effet, à MM. Koechlin, Schlumberger, Dollfus, Schwartz, Robiquet et Collin, Collomb, G. Maroseau, Schaeffer, Scheurer, Gerber-Keller, Kuhlmann, Kopp, Sacc, Dépouilly, Lauth, Wilm, etc., que nous devons un grand nombre de recherches utiles et de découvertes importantes[1]. J'ajouterai aussi que les chimistes anglais font de leur côté des publications fort remarquables, et que le nom des Graham, des Calvert, des Valter Crum et des Scoffern, des Johnson, des Potter et des Woodcroft, etc., n'est pas moins connu que celui de nos plus habiles industriels.

Je terminerai cette récapitulation nécessairement incomplète des travaux les plus remarquables qui ont été écrits sur notre industrie, en citant l'intéressante publication de M. Dollfus Ausset, qui a pour titre : *Matériaux pour la coloration des étoffes*, et qui est le recueil le plus complet que nous ayons sur ces matières. J'y ai retrouvé les indications les plus précises sur des points restés longtemps ignorés, et je considère ce travail comme un véritable monument historique, élevé en l'honneur de tous ceux qui ont contribué, jusqu'à ce jour, à la création et au développement des sciences industrielles.

Influence du dessin.

L'art du dessinateur a aussi exercé une grande influence sur la fabrication des toiles peintes, et je ne puis résister au désir que j'éprouve de le constater ici, par des faits qui prouveront aux lecteurs, que si la fabrication française doit ses progrès réels à nos chimistes et à nos mécaniciens, elle doit une grande partie de ses succès à l'élégance, à l'originalité de nos dessins.

Parmi les premiers artistes qui contribuèrent, par la beauté de leurs productions, à donner à la fabrication des toiles peintes ce cachet particulier qui lui a été conservé depuis, nous citerons Malaine peintre de fleurs aux Gobelins, à Paris. Réfugié à Mulhouse à l'époque de la Terreur, il dessina pour la fabrique de papiers peints de Jean Zuber, à Rixheim, ces magnifiques reproductions de la nature qui contribuèrent à fonder la réputation de ce grand établissement, devenu le premier dans son genre; son fils, M. Louis Malaine,

1. Par un sentiment de modestie sans doute l'auteur de cette Étude ne signale pas les travaux si remarquables sur la teinture et l'impression des étoffes, dont il a enrichi depuis cinq ans les *Annales du Génie civil*. E. L.

qui fit en 1839, pour la maison Nicolas Koechlin frères, des dessins cachemires d'une grande beauté ; Niffenecker, qui dessina les châles fond puce de la maison Eck, Schwartz et Ce, à Mulhouse, de 1786 à 1789; Pillement qui, avant la révolution de 89, se distingua comme dessinateur de chinoiseries; Gergogne qui joignit à ce premier genre, qui n'était que l'imitation des dessins persans et chinois, la reproduction de fleurs et de fruits fantastiques qui s'enroulaient autour de colonnes ; Lebert qui (comme le dit M. L. Spach, archiviste du Bas-Rhin, dans un mémoire qu'il a publié en 1863) dessinait des tentures de sept pieds de haut, formant tapisserie, où des figures, dans le goût de Watteau et de Boucher, ressortaient sur un fond de paysage, de parc ou d'architecture. Pour garnitures de meubles, il imitait les camées antiques; sur les gilets à basque alors à la mode, il transporta des sujets de la Fontaine et de la Nouvelle-Héloïse. En 1797, il s'établit à Munster, dans la maison Sœhné-Hartmann, et s'y occupa de la composition des meubles à figures.

Ce fut Henri Hofer, élève de Malaine, qui le remplaça à Thann, et qui fit des dessins fort remarquables par l'originalité de la composition. Je continue de citer M. Spach : au milieu de ce groupe d'artistes s'élevait J.-François Grosjean, né à Schlœstadt le 28 novembre 1774. Élève de Gergogne, il entra comme dessinateur chez M. André Hartmann, et se lia d'amitié avec les trois fils de ce patriarche de l'industrie alsacienne. Son talent s'appliquait surtout aux dessins de meubles et de bordures perses, sur fond blanc et noir. A la même époque, M. Hirn se fit connaître, par ses belles compositions, comme peintre de fruits et comme dessinateur, dans la belle fabrique de Haussmann. Il était élève de Lambert.

Henri Lebert, élève de son père, nourri de l'étude des peintres fleuristes de Lyon et de la Hollande, devint bientôt un des dessinateurs les plus en renom de l'Alsace, et la maison Hartmann doit à ses dessins une partie de ses succès, dans la fabrication des articles garance fond blanc, enluminage bleu et vert solides.

M. Gros-Renaud contribua beaucoup, en 1833, au succès de l'article des mousselines satinées et garance, créé par MM. Dollfus, Mieg et Ce ; M. Parguez, par ses beaux dessins de fleurs pour mousseline, et M. Giraud, par ses dessins pour étoffes de meubles, se firent à la même époque apprécier à Wesserling; Ulric Tournier contribua, par son beau talent, à la supériorité que conserva, jusqu'à ce jour, la maison Schlumberger, Koechlin et Ce, dans la fabrication de l'article *calicots* imprimés pour *meubles* et *tentures*.

Je citerai encore les noms de quelques-uns de nos artistes contemporains, qui, par leur talent de composition et en continuant les traditions de nos premiers maîtres, ont contribué aux succès de nos premières maisons industrielles; tels sont : MM. Braun, connu aussi pour ses beaux travaux photographiques; Boiraux, Bagnard, Gravollet, Amann de la maison Dollfus Mieg; Brunet, toilier fort distingué pour ses dessins courants; Jay de la maison Gros. Roman et Maroseau; Kamerer de la maison Frères Koechlin; O. Kæppelin, chef de cabinet de la maison Larsonnier et Chenet; Humbert, compositeur plus modeste, dont les jolis articles façonnés sont appréciés par plusieurs grands établissements anglais; Müller, artiste si remarquable par la beauté et la variété de ses dessins pour meubles et tapis, etc., etc... En terminant ici cette énumération qui pourrait être bien plus longue (il y a près de six cents dessinateurs en France), j'ajouterai qu'un bon dessinateur doit connaître la marche de la fabrication et tous les progrès qu'elle a réalisés, savoir plier son talent à toutes ses exigences, et qu'il arrivera ainsi à la création de genres non-seulement nouveaux, mais encore d'une exécution possible. Ce sera donc toujours par l'union intime du talent du dessinateur avec la science du chimiste, que notre industrie conservera sa vieille réputation de bon goût et de belle exécution.

Progrès réalisés jusqu'à l'année 1867.

BLANCHIMENT, MATIÈRES TINCTORIALES, LEUR PRÉPARATION, MACHINES A IMPRIMER, A LAVER, OUTILS.

L'influence que devaient avoir les recherches savantes de nos grands chimistes sur l'avenir de notre fabrication ne tarda pas à se faire sentir, et c'est à dater de cette époque, déjà si féconde en grands événements d'une nature toute différente, que l'industrie se développa rapidement et qu'elle s'enrichit de nombreuses découvertes.

Blanchiment. La nouvelle application du chlore au blanchiment des tissus se généralisa bientôt, et de grandes améliorations dans le travail, telles que l'introduction de la chaux dans l'opération qui a pour but de saponifier les matières grasses contenues dans les tissus, et celle de la résine à l'état de savon dans les lessives, vinrent compléter la belle découverte de Berthollet. C'est à M. Dona, de Boston, et aux études de M. Schwartz, que l'on est redevable de l'emploi de la chaux, que l'on avait rejeté généralement, après l'avoir trop préconisé d'abord. M. J. Fries, de Guebviller, pratiqua le premier le système continu, qui consiste à faire passer mécaniquement les pièces lessivées à travers tous les appareils où elles doivent être dégorgées, blanchies au moyen du chlore et des acides, lavées et séchées. Grâce à ces améliorations successives, le prix du blanchiment d'une pièce de *calicot* est réduit à 50 centimes, tandis qu'autrefois il était dix fois plus élevé.

C'est en 1788, grâce aux belles découvertes de Berthollet, que Thomas Cooper, Baker et Charles Taylor employèrent pour la première fois le chlore pour blanchir leurs calicots, et qu'ils purent remplacer les anciens procédés qui exigeaient deux à trois mois de manipulations.

Les principaux articles que les Anglais fabriquaient alors étaient : les *Full chints*, article garancé ; *Half chints*, article faux teint ; *Fancy*, ou articles de fantaisie, et d'autres articles grossiers qu'ils exportaient en Afrique, en Amérique et dans les Indes, et qui portaient les noms de Tearing-Goods, Brawls, Nicanees, Cherriderries, Photaes, Romals, Byramrouts, etc.

Substances colorées et matières colorantes. La découverte du chrome, par Vauquelin, fut l'origine de plusieurs genres de fabrication. En 1819, Lassaigne proposa le chromate de plomb aux imprimeurs d'indiennes, et l'année suivante M. Koechlin-Schouk de Mulhouse fit des impressions en jaune enlevage au chromate de plomb sur fond puce, rouge et violet garancés. Cette couleur étant très-persistante, on chercha à la combiner avec la couleur bleue de l'indigo pour produire du vert solide. D'après M. C. Koechlin, c'est aux Anglais que nous devons attribuer cette fabrication dont la priorité est disputée par James Thomson et Hargreaves. L'oxyde de chrome fut, en 1832, fixé sur les tissus à l'état de gris de chrome, par M. Koechlin, et combiné avec l'acide arsénique pour former le vert d'oxyde de chrome, par Courez.

Les bichromates alcalins servirent à la fabrication des genres enlevages sur bleus et verts cuvés. Ils furent aussi employés à fixer, par oxydation, les couleurs au bleu de Prusse, celles provenant des différents bois de teinture et auxquelles ils donnaient plus de stabilité. Plus tard enfin ils furent employés à la formation des nouvelles couleurs artificielles provenant du goudron de houille et à la fixation du noir d'aniline.

Enlevages. C'est du commencement de notre siècle que nous pouvons dater les belles découvertes de Jean-Michel Haussmann ; les enlevages blancs sur mor-

dants d'alumine et de fer ; les couleurs précipitées à l'état de laques ; les enlevages colorés; la fixation du bleu de Prusse sur toile, par la décomposition du mordant de fer combiné au tissu, dans un bain de prussiate jaune ; les verts d'application au sulfate d'indigo ; le noir d'application au nitrate de fer.

Réserves. En 1809, les Anglais fabriquèrent un genre de réserve rouge orange sous fond bleu. Cette fabrication fut introduite par Soehnée l'aîné et Ce, à Munster, sous le nom de lapis. L'article lapis fut perfectionné par M. Daniel Koechlin-Schouck qui trouva la réserve sous le rouge. En 1810, la maison Gros, Davillier, Roman et Ce, de Wesserling, découvrit le rose qui porte son nom, et qui doit sa vivacité à l'avivage de la couleur de la garance par le chlorure d'étain; c'est à la même époque que se fit l'application du rouge Andrinople sur toile de coton, avec des impressions noires, et la découverte des enlevages blancs et bleus sur rouge, dans la fabrique de Nicolas Koechlin et frères, à Mulhouse ; Hartmann et fils, de Munster, appliquèrent pour la première fois, en 1815, l'oxyde de manganèse sous le nom de bistre, qui plus tard, en 1833, donna lieu à la création du jaune *lapis fond bistre*, par M. Jean Schlumberger jeune, à Thann.

Couleurs d'application. En 1819, la gravure lithographique est appliquée à l'impression des tissus de soie, par Haussmann frères, de Colmar, qui imprimaient à la même époque sur des *mouchoirs de soie* des couleurs fixées au moyen de la vapeur d'eau. Ce moyen de fixage était employé par Haussmann à la fin du dernier siècle, ainsi que par quelques fabricants anglais et écossais ; ce ne fut cependant qu'en 1810 que M. G. Dollfus fabriqua les premiers châles cachemire imprimés en couleurs vapeur. Ce fut Loffet, de Colmar, qui introduisit cette fabrication dans la maison Dollfus, mais ce ne fut que plus tard, comme nous le verrons, qu'elle acquit l'importance qu'elle a encore de nos jours. C'est en 1815 que M. Steiner, de Ribeauvillé, établit à Accrington une teinturerie de rouge turc, et qu'il perfectionna cette belle fabrication en diminuant la durée et le nombre des opérations et en donnant plus d'éclat à la couleur.

Machines. C'est en 1820 que se fit, en Angleterre, l'invention de plusieurs machines destinées à simplifier le travail de la fabrique, telles que les roues de lavage, les cuves à teinture, les machines à imprimer à deux couleurs ; ces machines furent importées en France par M. Dollfus qui les fit construire d'après des dessins qu'il rapporta d'Angleterre. A la même époque, la méthode d'aviver les roses, découverte à Wesserling dix ans auparavant, s'appliqua à tous les rouges garancés et fit faire un grand progrès à la fabrication des genres riches. Le procédé pour produire des *couleurs fondues* qu'appliquait déjà Jean-Michel Spoerlin, de Vienne, à la fabrication des papiers peints, fut introduit par M. Dollfus dans la fabrication des indiennes.

Genre garance. C'est de cette époque que date la création des genres fonds blancs garancés, avec couleurs d'enluminage solides, bleus, verts, jaunes, cachou et oxyde de fer, fixées dans les mêmes opérations de passages en chaux et en bichromate de potasse, que réalisa avec le plus de succès la maison Hartmann, de Munster.

Cachou. Le genre cachou, qui était déjà fabriqué par J. Hartmann en 1806, commença à prendre une grande importance en 1829, et c'est M. Barbet de Jouy qui fit le premier de belles impressions sur calicot et jaconas avec cette belle matière colorante brune ; mais c'est M. J. Schlumberger, de Thann, qui l'imprima, en 1835, sous des fonds bleus, et en fonds enluminés de couleurs garancées.

Bleu de Prusse. L'application du bleu de Prusse, due à M. Haussmann, servit à M. Steiner pour créer ses enlevages jaunes, bleus et verts sur rouge Andrinople qui, combinés avec les enlevages blancs de M. Daniel Koechlin, produisirent les

belles impressions de la fabrique d'Accrington. C'est aussi à M. Steiner que l'on doit la fabrication du stannate de soude, qui permit de donner à l'article *vapeur* la solidité et l'éclat qui lui manquaient dans le principe.

Couleurs vapeurs. Les années 1837, 38, 39, 40, 45 furent remarquables par le développement donné à la fabrication des couleurs vapeurs sur mousseline laine pure laine, sur mousseline laine chaîne coton, et sur coton pur. La belle invention de Loffet, qui avait déjà donné lieu à la formation de l'établissement de *laines imprimées* de Despruneaux, à Saint-Denis, reçut dès lors une application générale dans les fabriques des environs de Paris. On vit s'élever rapidement les établissements de MM. Godefroy, Despouilly, Michel, Broquette, Guillaume, de la Morinière, Roger, Larsonnier, etc.; mais ce fut encore à l'Alsace qu'il était réservé de réaliser les progrès les plus rapides dans ce genre de fabrication. Déjà nous voyons en 1839 les Blech Steinbach et Mantz et les Koechlin frères, de Mulhouse, produire des articles riches sur pure laine, avec une grande perfection ; d'autres fabricants suivirent cet exemple, et la fabrication des laines imprimées est aujourd'hui une source de richesses pour nos grands établissements d'Alsace. C'est à Josué Hofer que l'on doit l'introduction, en 1837, de l'impression des tissus chaîne coton, à Mulhouse, qui eut pendant une longue suite d'années une grande vogue, mais qui est presque délaissée aujourd'hui.

La production des articles en couleurs vaporisées devait s'étendre aux tissus de coton, aussitôt qu'on serait parvenu à leur donner plus de force et de solidité qu'à l'époque déjà lointaine où les Anglais les fabriquaient. C'est aux Blech Steinbach et Mantz, de 1839 à 1841, que l'on doit les perfectionnements apportés à ce genre de fabrication, qui a pris aujourd'hui une grande extension par la découverte des nouvelles couleurs dérivées de l'aniline. La fabrication des fondus au rouleau date de 1845, et c'est à la maison Dollfus Mieg et Blech Steinbach que l'on doit ce procédé ingénieux qu'on employait déjà pour les impressions à la main.

Outillage. La facilité de fixer plusieurs couleurs à la fois devait nécessairement amener le fabricant au perfectionnement de ses machines à imprimer. Aussi c'est à partir de 1836 que nous voyons nos mécaniciens constructeurs faire le plus d'efforts pour rendre la France indépendante de l'Angleterre dans la production des machines à imprimer. La maison Huguenin-Ducommun et Dubied perfectionne sa fabrication de cylindres et de machines à imprimer aux cylindres. La maison Koechlin et Ce crée, en 1826, un vaste établissement de construction embrassant presque toutes les machines employées dans l'industrie. La gravure à la molette introduite, en 1822, par Haussmann frères est perfectionnée par Jean Keller en 1823 et en 1827, par Daniel Koechlin Ziegler. La gravure au guilloché est employée par la maison Wesserling en 1824, et c'est en 1840 que Jean Schlumberger jeune, à Thann, réalise la gravure au cliché.

C'est surtout en Angleterre que la fabrication des genres vapeur prit une extension considérable, et l'on voit aujourd'hui de ces fabriques de Manchester, comme celle de Schwabe, par exemple, dans lesquelles fonctionnent plus de trente machines à imprimer au rouleau à 3, 4, 5, 6, 8 et 12 couleurs, et qui produisent plus d'un million de pièces par an. Le résultat le plus immédiat et le plus important des efforts que firent les constructeurs pour satisfaire aux besoins de cette fabrication, fut l'invention de la machine à 5 couleurs de Simson, Langton et Young, de Manchester, et de celle à 8 et à 12 couleurs que l'on emploie aujourd'hui.

C'est en 1834 que Perrault, de Rouen, inventa la machine qui est connue sous le nom de Perrotine, et qui a rendu de si grands services à l'industrie des tissus imprimés. Elle remplace l'impression à la main, et grâce à tous les perfection-

nements qu'il apporta à sa construction, cet habile mécanicien parvint à imprimer un grand nombre de couleurs à la fois, sans augmenter sensiblement le prix de fabrication. Cette machine est surtout employée dans les pays où l'on fabrique les genres réserves sous fond bleu de cuves, qui nécessitent le rapplicage des couleurs, et aux environs de Paris, pour la fabrication des laines imprimées; elle est d'une utilité très-grande pour tous les articles qui nécessitaient l'emploi des impressions à la planche.

En 1855, Joseph Burch, de Grog-Hall, près Macclesfield, en Angleterre, inventa sa belle machine à imprimer les tapis qui sont connus sur le marché anglais sous le nom de tapis brevetés de Bright et Ce. Elle consiste en un grand cylindre à la surface duquel on tend les étoffes que l'on veut imprimer. La circonférence du tambour est assez grande pour que les bouts des pièces que l'on y a placées ne la dépassent pas. Ces bouts sont tirés fortement, et fixés dans une rainure pratiquée à cet effet dans la longueur du tambour. C'est au moyen de rouleaux gravés en relief que l'on imprime les couleurs sur les tissus. On peut imprimer jusqu'à 40 couleurs en une seule opération et avec une précision parfaite.

Bleu outremer. C'est en 1828 que M. Guimet fabriqua l'outremer artificiel, et comme je l'ai dit dans un article de nos *Annales*, c'est à lui et à Gmélin de Tubingue que l'on doit cette belle découverte, qui fit tomber le prix de cette substance, qui était primitivement de plus de 6,000 francs, à 6 francs le kilogramme. C'est en 1834 que MM. Blondin, de la Glacière, firent les premières impressions en bleu Guimet, en le fixant sur les tissus au moyen d'une dissolution d'albumine. En 1844, M. Broquette perfectionna la fabrication du *genre frappé*, que MM. Verité et Moisset, de Beauvais, avaient déjà obtenu au moyen de l'outremer, et que j'introduisis plus tard en Autriche et en Russie, sur les tissus de coton et de mousseline laine chaîne coton. C'est alors que MM. Dollfus-Mieg fabriquèrent leurs belles mousselines riches, imprimées en bleu d'outremer, et cette riche et brillante couleur remplaça bientôt, dans quelques-uns de leurs emplois, les couleurs bleues de rentrure, formées avec l'indigo ou le bleu de Prusse.

Bleu de Prusse. En 1836, le bleu de Prusse, qui avait déjà de nombreuses applications dans la teinture des laines et du coton et l'impression des indiennes, fut fixé sur les tissus de laine, comme couleur d'impression, par Paul Petit, dans la fabrique de P. Godefroy, à Puteaux. Son procédé consiste à former une couleur avec du prussiate jaune ou rouge, un acide végétal ou minéral et du cyanure d'étain. La décomposition des cyanures a lieu pendant le passage du tissu à la vapeur d'eau bouillante, et le bleu se développe pendant le lavage et sous l'influence de l'oxygène de l'air.

Laques et extraits. Ce fut la même année que Broquette fabriqua des laques de matières colorantes pour les couleurs sur mousseline laine, à l'imitation de celles que Haussmann avait déjà obtenues en 1799.

Les extraits de matière colorantes furent aussi retirés des bois de teinture et de l'orseille dans de meilleures conditions, par les industriels qui, comme MM. Meissonier, Panay, Pommier, Michel, etc., se livraient spécialement à ce genre de fabrication, et de cet ensemble de progrès réalisés, résulta une plus grande perfection dans la fabrication des mousselines laines imprimées.

Garancine, laques et extraits de garance. La garance étant la matière la plus nécessaire à la fabrication des toiles peintes, on dut songer à la dépouiller de toutes les matières étrangères à son principe colorant, et nos chimistes français firent à ce sujet les travaux les plus remarquables.

C'est en 1826 que MM. Robiquet et Collin découvrirent l'alizarine, que M. Kopp

obtint trente-six ans après par sublimation, et que les Anglais produisirent industriellement sous le nom de Pinkoffine.

MM. Persoz, Gauthier de Claubry en retirèrent la même année deux matières colorantes : l'une rouge et l'autre rose. En 1827, MM. Robiquet et Lagier détruisirent, par l'acide sulfurique, toutes les matières étrangères au principe colorant de la garance, et proposèrent l'emploi du charbon sulfurique. Plus tard ces procédés de fabrication furent modifiés par M. Lagier, qui livra la garancine actuelle à l'industrie des indienneurs; et c'est en l'année 1839 que, grâce aux travaux de MM. Schlumberger, de Mulhouse; Eck, de Cernay; Girard et Barbet, de Rouen, fut créé le genre garancine.

C'est en 1837 que M. Gastard de Colmar, chimiste de la fabrique de M. Stackler, de Rouen, prit un brevet pour imprimer les rouges de garance à l'état de couleurs d'application. Ce fut dans la fabrique de Wesserling qu'il fit tous ses essais, mais le prix trop élevé de la matière première (Colorine de Lagier et Thomas), et les difficultés qu'elle présentait à l'application empêchèrent la réussite de cette première tentative, malgré la beauté de la couleur qu'on produisait ainsi. C'est encore dans cette même fabrique de Wesserling que, trente ans plus tard, l'inventeur d'une nouvelle application de la matière colorante de la garance, M. Scheurer, de Thann, réalisera, et cette fois avec succès, cette belle conception. Nous verrons à l'exposition des pièces imprimées avec des couleurs garance vapeurs, bon teint, fabriquées par les maisons Scheurer-Rott et Gros Roman et Maroseau. M. Fr. Leitenberger, l'un des fabricants les plus inventifs de la Bohême, est parvenu, m'écrit-il, à un résultat semblable, et il emploie son extrait de garance indistinctement comme couleur d'application ou comme couleur de teinture.

Ces magnifiques résultats, qui sont le prélude d'une révolution complète dans l'économie de l'industrie des toiles peintes, n'ont pu être obtenus que grâce aux belles recherches antérieures de MM. Robiquet et Collin, Girardin et Grellet, Castellan, Schwartz, Koechlin, Verdeil, Vilmorin, Kopp, etc. Mais c'est surtout grâce à la découverte d'un extrait de garance soluble dans l'eau et se combinant facilement avec les différents mordants (que M. Pernod retire aujourd'hui de cette racine, par un procédé aussi simple qu'ingénieux), que l'application des couleurs dérivées de la garance, sans teinture, a pu se réaliser. M. Pernod obtient cet extrait par la précipitation de la matière colorante d'une dissolution aqueuse de la garance par le chlorure calcique.

La matière colorante rose, retirée de la garance par MM. Persoz et Gauthier de Claubry, est préparée industriellement sous le nom de Purpurine, par MM. Schaff et Lauth, d'après la méthode indiquée par M. E. Kopp, à qui l'on doit de nombreux et intéressants travaux sur la garance. C'est de la dissolution sulfureuse de la garance d'Alsace que cet habile chimiste précipite, par l'addition de 2 à 3 p. 100 d'acide chlorhydrique, à la température de 60°R, des flocons rouges que l'on lave et que l'on sèche pour les livrer au commerce. L'analyse qu'en a faite M. Schutzenberger donne pour la formule de ce corps : $C^{20}H^{12}O^{7}$.

Vingt ans après la découverte de la garancine, en 1852, MM. Julian et Roquer, d'Avignon, firent leurs premiers essais de fabrication industrielle de la fleur de garance. Ils obtiennent ce produit en filtrant une bouillie de garance, délayée dans huit à dix fois son poids d'eau aiguisée de 1 à 2 kilogrammes d'acide sulfurique ou chlorhydrique pour 100 de garance, et abandonnée à elle-même pendant cinq à six jours : 4 millions de kilos de poudre de garance sont ainsi transformés, chaque année, en 2 1/2 millions de kilogrammes de fleur de garance. C'est avec cette dernière que l'on produit les plus beaux vio-

lets sur coton. Avant cette époque on fabriquait, dans plusieurs établissements, un produit auquel fut donné le nom de Garanceux; mais ce ne fut qu'en 1843 que cette fabrication fut brevetée par M. Léonard Schwartz. Il traite, par l'acide sulfurique et à une température élevée, les résidus provenant des bains de teinture de garance ou de fleur de garance. Le produit filtré et lavé sert à de nouvelles teintures, mais seulement pour les genres puces, puces et cachou.

La découverte de ces différentes purifications de la garance, permit de fabriquer plus rapidement les genres provenant de l'emploi de cette matière colorante. Les traitements que l'on faisait subir aux tissus, pour rétablir le blanc des fonds et pour donner de l'éclat aux couleurs, devinrent moins longs, moins coûteux, et l'application du blanchiment, au moyen du chlorage sec, qui se fit en premier dans la fabrique de M. Steinbach, compléta cette belle série d'améliorations; cette méthode est généralement adoptée aujourd'hui pour le blanchiment des genres garancine, et noir au campêche.

Murexide. Nous arrivons à une époque remarquable dans l'histoire de la fabrication des indiennes, à celle de la découverte du murexide, qui ne fut elle-même que le prélude d'autres découvertes plus importantes encore et plus fécondes en résultats.

Cette belle matière rouge fut préparée par Scheele et étudiée par Prout, Liebig et Woehler; elle est considérée comme un purpurate d'ammoniaque, dont l'acide peut former avec différentes bases métalliques des sels colorés. C'est le composé de mercure, connu sous le nom de laque de Prout, qui fut employé dans la fabrication des tissus imprimés. C'est à MM Dépouilly frères et Lauth que l'on doit la production de cette belle couleur pourpre sur les tissus. Le procédé qui m'a donné les meilleurs résultats et que j'ai surtout appliqué à l'impression des foulards de soie, ainsi qu'à celle des mousselines et jaconas, consiste à dissoudre la murexide dans une solution de nitrate de plomb, à imprimer la couleur épaissie, à la fixer sur le tissu par un passage en ammoniaque, puis à opérer la décomposition du purpurate par un second passage du tissu dans un bain d'acétate de mercure. La couleur, ainsi produite, est fort belle, mais quelle que fût sa vogue pendant quelques années, le peu de résistance qu'elle offre à l'action destructive des acides faibles, des alcalis, des savons et de tous les agents réducteurs, fit renoncer à son emploi aussitôt que parut la matière colorante rouge, tirée de l'aniline.

Avant d'examiner ce nouveau composé, je signalerai au lecteur les innovations les plus importantes qui furent faites dans la fabrication depuis 1850, jusqu'à ce jour. En 1851, on substitua en Angleterre, puis en France, en Allemagne et en Russie les plaques à vapeur, au chauffage à air chaud, pour sécher les pièces après l'impression. En 1852, MM. Julian et Roquer préparent, comme nous l'avons dit, leur fleur de garance; Pinkoff et Schunke introduisent l'alizarine dans le commerce, sous le nom de Pinkoffine; la purpurine est isolée, ainsi que l'alizarine verte, par les procédés industriels de MM. Schaff et Lauth; le silicate de soude remplace les sels à bouser dans le dégommage des pièces à garances. L'introduction, par les Français, du gris de charbon fixé sur les tissus comme l'outremer, et celle de la quercitrine, par les Anglais, datent de l'année 1854.

C'est en 1856 qu'a eu lieu la découverte de la murexide, dont j'ai déjà indiqué l'emploi. C'est aussi pendant ces quelques années que les Anglais apportèrent de grandes améliorations à la partie mécanique de leur fabrication, qu'ils adaptèrent des moteurs particuliers à chacune de leurs machines à imprimer, qu'ils employèrent des draps en caoutchouc; que les Français perfectionnèrent leurs machines à laver, l'apprêt des tissus, les tambours-rames, les

rames fixes, les rames mobiles, les machines à rentrer, les machines à griller les tissus.

En 1857, l'albumine de sang, la caséine, la lucine et le gluten des céréales que Walter Crum dissout dans un acide étendue d'eau, et que MM. Scheurer et Rott dissolvent dans un acide étendu, remplacent l'albumine d'œufs dans quelques-unes de ses applications.

Le violet Perkins, et le rouge d'aniline font leur apparition dans le monde industriel en même temps, pour ainsi dire, que la pourpre française, le vert Guignet, et le vert chinois; et quelques années se sont à peine écoulées que toute la série des couleurs retirées des huiles du goudron se trouve complétée par de nouvelles et brillantes découvertes, que nous examinerons plus loin.

La gravure des rouleaux à imprimer, si coûteuse et si longue, a fait aussi de rapides progrès, autant sous le rapport de l'économie que sous celui de la perfection du travail et je signalerai ici l'emploi du pantographe qui permet de graver un rouleau en quatre fois moins de temps qu'avec la molette. La galvanoplastie a aussi trouvé son emploi dans cette partie de la fabrication. Je mentionnerai encore la brosse à couleur mécanique de Walch, le châssis-compartiment pour les impressions à la main et à la perrotine; le moyen mécanique que M. Onfroy emploie pour l'impression au rouleau avec réserves blanches: il recouvre à cet effet le cylindre presseur d'un carton découpé à l'emporte-pièce, qui empêche la couleur de pénétrer dans le tissu partout où les vides interrompent la pression. C'est en 1860 que l'on a cherché à abréger les opérations du blanchiment en se servant d'appareils à haute pression. J'en ai vu plusieurs fonctionner dans la belle fabrique de MM. Dollfus-Mieg, de Dornach.

La plus importante amélioration qui ait été faite dans les appareils d'oxydation des mordants imprimés est celle que Walter Crum introduisit en 1856 dans son établissement de Thornliebank, en Écosse, d'après les observations faites précédemment par John Thom. Il fait passer les pièces à travers un local humide et chaud sur des rouleaux en métal; le local est assez grand pour que la durée de ce passage soit de 25′, temps suffisant à l'oxydation complète des sels de fer et à la fixation de l'oxyde d'aluminium sur le tissu. Autrefois il fallait 10 jours pour arriver à un résultat souvent incomplet et irrégulier. M. Dollfus-Ausset avait, quelques années avant les indications de John Thom, construit dans la fabrique de Dollfus-Mieg et Cie un étendage *ad hoc*, dans lequel il avait réuni les trois conditions de chaleur, d'humidité et de renouvellement d'air, qui sont nécessaires à l'oxydation des mordants. Ce genre d'étendage est encore en usage dans la plupart des établissements d'Alsace, et je crois que ce n'est qu'à Wesserling, qu'on ait adopté récemment le système anglais, évidemment plus parfait.

C'est aussi en 1860 que les Anglais Calwert et Lowe recommandent le tannin pour les couleurs d'aniline sur coton; et c'est à la même époque que j'en fis l'application pour les couleurs violettes, sur chaîne coton. Les résultats sont peu satisfaisants pous les roses, et même pour les violets, il faut mordancer préalablement les tissus, en stannate de soude. Gratrix donna une application industrielle à ce procédé. Nathaniel Lloyd et E. Dale préconisent l'emploi du tartre émétique, mais seulement pour la fixation des violets. En 1860, Calwert, Clift et Lowe produisirent une couleur verte sur les tissus de coton et lui donnèrent le nom d'émeraldine. Elle était le résultat de l'oxydation de l'hydrochlorate d'aniline par le chlorate de potasse.

M. Onfroy fait des enlevages colorés sur fonds noirs, en teignant les tissus de laine en noir à la noix de Galles, et en imprimant des couleurs d'aniline très-

acides pour décomposer le sel de fer et détruire le noir, qui est alors remplacé par la couleur violette ou rouge qu'on a imprimée.

Le pouvoir réducteur de l'oxyde de zinc reçoit son application dans la fabrication des réserves blanches sous fonds unis teints en magenta ou solférino.

Aniline et ses dérivés. Passons maintenant à une étude plus particulière des nouveaux composés colorés de l'aniline, car c'est surtout à leur application industrielle que l'exposition des tissus imprimés et teints doit son aspect le plus brillant.

La propriété remarquable que possède l'aniline de former des composés colorés, fut indiquée en 1856 par Runge, qui publia plusieurs mémoires à ce sujet et par Fritsche qui indiqua l'action de l'acide chromique, par Beissenhirtz, qui étudia celle du bichromate de potasse; les travaux antérieurs de Mitscherlich, de Zinin, et ceux de Béchamps, qui trouva un procédé de préparation pratique de l'aniline, furent le prélude de découvertes importantes. C'est aussi, et surtout grâce à ce dernier progrès, que Perkins parvient à fabriquer son violet. De même, les belles recherches de Stenhouse sur l'action du furfurol sur l'aniline, celles de Natanson sur les produits rouges de la réaction de l'aniline et du chlorure d'Éthyle, et celles d'Hoffmann, qui obtient dans le même temps un composé rouge provenant du traitement de l'aniline par le tetrachlorure de carbone, préparent la belle découverte de Verguin. Les procédés de ce chimiste, perfectionnés par Medlock, Nicholson, Gerber-Keller, Hillmann, Girard et de Laire, généralisèrent l'emploi du rouge et du violet d'aniline. La révolution fut rapide, et la production de l'aniline devenue plus abondante et plus régulière par les procédés de MM. Collas, Zinin, Béchamps, Mansfield, permit bientôt de livrer à l'industrie des matières colorantes dont le prix d'achat fut en rapport avec celui des produits manufacturés. On vit bientôt les couleurs bleues, vertes et jaunes se produire par des réactions de différents agents sur le rouge, que M. Hoffmann expliqua d'une manière scientifique.

Le noir d'aniline découvert par Lighfoot vint clore cette série remarquable, et l'on peut dire aujourd'hui que toutes les couleurs les plus brillantes, dont l'éclat est à peine surpassé par celui des plus belles fleurs, peuvent être retirées de cette matière infecte, noire, que l'on a rejetée longtemps comme un produit inutile; c'est en effet du goudron de houille que l'on retire, outre l'aniline, la benzine qui donne elle-même lieu par des réactions parfaitement définies, à la formation de l'aniline; le toluène qui produit la toluidine; le xylène qui forme la xylidine, etc.

Il a été reconnu aujourd'hui que pour produire les plus beaux violets ainsi que les plus beaux rouges, il faut que la toluidine soit mélangée avec l'aniline dans la proportion de 70 de la première pour 30 parties de la seconde. MM. Dépouilly frères indiquèrent les premiers cette proportion, et de là à opérer le mélange direct de ces matières, il semblerait qu'il n'y aurait eu qu'un pas à faire pour arriver à des résultats parfaits. M. Coupier est cependant le seul fabricant qui ait opéré d'après ces principes dans son usine située à Poissy.

La production en grand de l'aniline se fait généralement de la manière suivante : on introduit dans un cylindre vertical en fonte, un mélange de 150 à 200 parties de fer en limaille, de 5 à 10 parties d'acide acétique et de 10 à 20 parties de nitro-benzine; quand la réaction première, qui s'est produite d'une manière violente, s'arrête, on chauffe le mélange au moyen de vapeur d'eau et on introduit en même temps les 80 parties de nitro-benzine qui sont nécessaires à la formation de l'aniline. Cette dernière introduction se fait d'une manière continue au moyen de l'axe vertical et creux qui traverse le cylindre et qui pouvant se mouvoir au moyen d'un engrenage extérieur sert en même temps

à agiter le mélange. C'est par ce même axe que l'on introduit la vapeur de chauffage; un tuyau latéral sert à la distillation des produits volatils qui se dégagent.

L'hydrogène qui se forme par la décomposition de l'eau se porte sur la nitrobenzine et en la réduisant, la transforme en aniline.

Je n'entrerai pas ici dans les détails de la fabrication de tous les produits colorés de l'aniline, et je renverrai le lecteur aux travaux publiés à ce sujet par l'illustre inventeur du rouge d'aniline (Hoffmann, de Londres) et par MM. Dépouilly, Perkin et Persoz; j'examinerai seulement la série de couleurs que l'on a pu former depuis que l'on connaît la composition chimique de la rosaniline.

Violet d'aniline. Le violet d'aniline, rosolane, aniléine ou indisine est appelé aussi mauve, harmaline, violine, et c'est pour sa préparation que Perkin prit, le premier, un brevet en 1856; Runge avait déjà indiqué dans des travaux antérieurs la formation de cette couleur, quand on soumettait l'aniline à l'action de l'acide chromique ou des chlorures décolorants.

Rouge d'aniline. C'est aussi à Runge que l'on doit les premières recherches qui furent faites au sujet du rouge d'aniline que l'on nomme encore fuchsine, azaléine, et magenta; mais c'est à M. Verguin que l'on est redevable de sa préparation industrielle par les chlorures anhydres et de son application à la teinture des tissus; bientôt après lui, d'autres chimistes industriels découvrirent des réactifs qui produisaient la formation de la même couleur rouge. C'est ainsi que l'on doit à MM. Gerber, Keller, Perkins, Schlumberger, l'emploi des nitrates de mercure; celui de l'acide nitrique à MM. Lauth et Dépouilly et celui de l'acide arsenique à MM. Girard de Laine, Hillmann, Medlock, mais ce fut M. Hoffmann qui, en préparant la rosaniline incolore et formant des sels colorés, produisit la lumière qui devait désormais guider toutes les recherches ultérieures. En effet, tous les rouges, quelle que soit leur origine, sont toujours des composés salins formés par la rosaniline et un acide provenant des réactifs employés : celui de ces procédés qui a jusqu'à présent le mieux répondu à toutes les exigences du bon marché, tout en conservant au produit ses autres qualités, repose sur l'emploi de l'acide arsénique, et il est généralement suivi dans toutes les fabriques où se préparent les rouges d'aniline, telles que les usines de MM. Müller et Cie à Bale, de Dahms et Barkowski à Berlin, Heinrich Siegle à Stuttgard, Coupier à Poissy, etc. Ce dernier est arrivé à un rendement de 38 pour 100 de cristaux magnifiques et il annonce même pouvoir produire jusqu'à 45 pour 100 de rouge cristallisable, en employant de la toluidine pure; tandis que, d'après MM. Dépouilly, le procédé Hoffmann primitif ne donne un rendement que de 2 pour 100. Le progrès a donc été aussi rapide que l'exigeaient les besoins croissants de l'industrie, et c'est au chimiste qui, le premier, fit connaître ces réactions remarquables, que l'on doit aussi les théories scientifiques qui pouvaient seules amener en quelques années des résultats aussi inattendus.

La rosaniline est précipitée de son acétate par l'ammoniaque, à l'état de masse cristalline rougeâtre; quand on emploie un excès d'alcali il redissout une petite quantité de rosaniline, en formant un liquide incolore qui laisse déposer des aiguilles blanches de rosaniline pure. Sa composition chimique peut être formulée ainsi : $C^{20} H^{19} A Z^{3}, H^{2}O$. Elle forme des sels stables, facilement cristallisables qui sont à 1, 2 ou 3 molécules d'acide, mais plus généralement à 1. C'est généralement l'acétate, le sulfate ou le chlorydrate de rosaniline qui constitue la fuchsine du commerce.

Dérivés de la rosaniline. Nous allons passer maintenant aux produits colorés et colorants dérivés de la rosaniline par substitution. Le bleu est le résultat de

l'action de l'aniline sur un sel de rosaniline à une température voisine du point d'ébullition de l'aniline; le radical phényle est substitué à une partie de l'hydrogène de la rosaniline. Cette réaction peut être représentée, d'après M. Hoffmann, pour la formation du bleu qui en est le dernier terme, par l'équation suivante :

$$C^{20}H^{19}Az^3 + 3\,(C^6H^5, H^2Az) = C^{20}H^{16}(C^6H^5)^3Az^3 + 3\,AzH^3.$$

Quant aux bleus violets qui se forment avant la fin de cette réaction, ils peuvent être considérés comme des composés particuliers qui seraient des termes de substitution phénylique moins avancés que le bleu, c'est-à-dire comme des mono et biphénil rosaniline, tandis que le bleu est une triphényl rosaniline ou un de ses sels.

C'est à MM. Girard et de Laire que l'on doit la découverte de ces produits. Plus tard, M. Nicholson modifia leur procédé en ajoutant de l'acide acétique cristallisable au mélange d'aniline et de rosaniline. On trouve encore dans le commerce un bleu que l'on nomme *bleu de lumière*, et qui est le résultat de l'action de l'aniline sur le benzoate de rosaniline.

M. Hoffmann obtient de la même manière le bleu de toluidine, en chauffant à 150° l'acétate de rosaniline avec le double de son poids de toluidine; mais il est moins beau que celui d'aniline.

La base du bleu d'aniline est incolore comme la rosaniline et elle forme des sels colorés en bleu. On la prépare en dissolvant le chlorhydrate dans l'alcool ammoniacal, et en la précipitant par l'eau. Sa formule peut être représentée ainsi : $C^{20}H^{16}(C^6H^5)^3, H^2O$.

M. Hoffmann prépare depuis quelque temps un violet dont l'éclat surpasse celui de tous ceux obtenus par les anciens procédés. Ce violet est le résultat de l'action des iodures de méthyle et d'éthyle sur la rosaniline, à la température de 100°, et prolongée pendant quelques heures. Le défaut de cette admirable couleur est le peu de résistance qu'elle offre à l'action de la lumière quand elle est fixée sur les tissus. Elle renferme à l'état de sels la triéthyle ou la triméthyle-rosaniline, dont la composition est formulée ainsi :

$$C^{20}H^{16}(C^2H^5)^3Az^3 \text{ ou } C^{20}H^{16}(CH^3)^3Az^3.$$

MM. Poirrier et Chappat ont pris, il y a quelques mois, un brevet d'invention pour la fabrication d'un violet qui ne le cède en rien à celui d'Hoffmann sous le rapport de l'éclat, et qui offre les avantages d'un prix moins élevé et d'une plus grande stabilité.

Leur procédé consiste à fixer les radicaux de méthyle et d'éthyle sur l'aniline elle-même, au lieu de les fixer sur la rosaniline, puis, à faire agir sur ces anilines composées les corps qui sont susceptibles d'opérer la transformation de l'aniline en rosaniline. Ce mode d'opérer permet de supprimer l'emploi de l'éther iodhydrique qui est fort coûteux et de restituer à la médecine les quantités d'iode ou de brome dont l'emploi thérapeutique est devenu très-important depuis quelques années.

L'aniline composée se prépare en chauffant un mélange de 100 parties d'aniline et de 250 de nitrate de méthyle, à la température de 100°. Le sel que l'on emploie de préférence pour opérer la transformation de l'aniline composée (méthyle-aniline et diméthyle-phénylamine) en violet est le bichlorure d'étain anhydre. La base obtenue forme avec les acides acétique ou chlorhydrique les sels colorés. Ils sont solubles même dans l'eau, et s'emploient comme les violets ordinaires, dans leurs applications à la teinture ou à l'impression des tissus.

BRUN D'ANILINE. — Le brun d'aniline est le résultat de l'action de 4 parties de

chlorhydrate d'aniline sec sur 1 partie de violet ou de bleu d'aniline. Il est encore peu employé dans la fabrication. C'est M. G. de Laire qui le prépara le premier il y a quelques années.

On prépare un autre brun d'aniline en Allemagne, en chauffant à 160° pendant une heure, un mélange de 1 partie d'acide picrique et de 2 parties d'aniline du commerce.

La matière est ensuite jetée dans de l'eau acidulée, où elle se précipite en une masse noire que l'on sèche et pulvérise, après l'avoir dépouillée de l'excès d'aniline non décomposée qu'elle pouvait retenir, par des lavages à l'eau bouillante. Elle est soluble dans l'alcool et teint la soie en corinthe et la laine en brun.

M. Schultz produit un nouveau grenat d'aniline en traitant par un courant de gaz acide nitreux une dissolution alcoolique de fuchsine à laquelle on a ajouté de l'ammoniaque. La matière brune qui se précipite forme la nouvelle matière colorante qui s'emploie en teinture et pour l'impression des tissus comme les autres couleurs d'aniline. M. Schultz a pris un brevet pour l'exploitation de son procédé.

ÉMÉRALDINE, AZURINE, NOIR D'ANILINE. L'oxydation directe de l'aniline a donné lieu à la naissance de plusieurs matières colorantes : l'une verte, que l'on a nommée éméraldine, et l'autre bleue, qui porte le nom d'azurine. Quand l'oxydation est complète, on obtient le noir d'aniline, dont la découverte est due à M. John Lightfoot d'Accrington. Le sel d'aniline qu'il emploie est le chlorhydrate, et les agents d'oxydation sont le chlorate de potasse et le sulfate de cuivre mélangés de sel ammoniac. On imprime ce mélange épaissi convenablement sur le tissu ; on expose ce dernier à l'air, puis on le passe dans un bain de bichromate de potasse qui achève complétement la formation du noir. J'ai parlé, dans nos *Annales du Génie civil*, de cette magnifique découverte, ainsi que des améliorations que M. C. Kœchlin, M. Cordillot, et en dernier lieu M. Ch. Lauth, ont apportées à cette fabrication, et j'ajouterai ici que c'est à ce dernier chimiste que la fabrication d'indiennes est redevable du perfectionnement qui en a rendu l'emploi presque général. Le mélange qu'il emploie est formé de chlorate de potasse, de sel d'aniline et de sulfure de cuivre qui est substitué au sulfate.

JAUNE ET VERT D'ANILINE. — Nous avons terminé ici la série des corps dérivés de la rosaniline par substitution, et il nous reste à dire quelques mots de ceux que l'on obtient par sa réduction.

Quand on soumet un sel de rosaniline, le chlorhydrate par exemple, à l'action d'un corps réducteur tel que le zinc, on produit sa décoloration complète, et il se forme un sel d'une nouvelle base incolore, que M. Hoffmann a nommé leucaniline. Sa composition ne diffère de celle de la rosaniline que par la proportion d'hydrogène, et peut être représentée par la formule suivante : $C^{20} H^{21} Az^{3}$.

La leucaniline peut, sous l'action d'agents oxydants, se transformer en rosaniline, de même que l'indigo blanc se transforme en indigo bleu et l'orcine ou orcéine, etc. Cette propriété du zinc, comme agent réducteur, permet de l'employer à l'état de poussière fine, pour la fabrication des genres d'impression *réserves blanches* ou *enlevages* sur rouge.

La réduction d'un sel de rosaniline par un mélange de fer ou de zinc et d'acide muriatique, opérée par M. Fayolle, produit une matière jaune.

BLEU ET VERT DE ROSANILINE. MM. Lauth et Usèbe obtiennent en traitant le sulfate de rosaniline par de l'aldéhyde pure, une couleur bleue d'une grande pureté.

En l'année 1862, il fut pris par M. Usèbe un brevet pour la fabrication d'un vert d'aniline, qu'il obtient en traitant une dissolution de 150 grammes de fuchsine

dans 450 grammes d'acide sulfurique étendu préalablement du tiers de son poids d'eau, par 225 grammes d'aldéhyde, préparée au bichromate de potasse. On chauffe le mélange au bain-marie, et aussitôt qu'en en projetant une goutte dans de l'eau acidulée, on produit une coloration verte tirant sur le bleu, on le verse dans de l'eau bouillante, et on y ajoute 450 grammes d'hyposulfite de soude dissous dans un peu d'eau. On fait bouillir le liquide au moyen d'un courant de vapeur pendant quelques minutes seulement, et la dissolution obtenue peut servir directement à la teinture de la soie, de la laine ou du coton animalisé.

Le vert, ainsi obtenu en dissolution, peut être précipité sous forme de pâte par l'addition de sels alcalins; on le redissout dans l'alcool pour les besoins de la teinture. Le précipité formé par l'ammoniac et redissous dans l'acide acétique, sert aux mêmes usages; celui formé par l'acide tannique constitue le vert d'aniline en pâte que l'on trouve dans le commerce.

Le remplacement de l'hyposulfite de soude par les polysulfures alcalins a permis à M. Lauth d'augmenter le rendement du vert de rosaniline.

Plus récemment encore, MM. Wanklin et Paraf ont remplacé l'aldéhyde par les iodures d'ethyle ou d'isopropyle, et ils ont été guidés dans leurs travaux par l'observation qu'ils avaient faite, que dans la production du violet Hoffmann, il se formait postérieurement une matière colorante verte; ils en tirèrent la conclusion que cette dernière était le résultat du remplacement d'un plus grand nombre d'équivalents d'hydrogène contenus dans la rosaniline, par les radicaux propres à former le violet, tels que l'ethyle, le phényle, l'isopropyle, etc. Ils obtiennent leur vert en chauffant dans un vase clos, à 115°, un mélange de parties égales de rosaniline, d'esprit de bois et d'iodure d'ethyle ou d'isopropyle. Le produit étant soumis à des lavages réitérés, donne une dissolution de *vert* et un résidu abondant, qui est du violet Hoffmann. On soumet ce dernier à une deuxième, puis à une troisième action d'un mélange de parties égales d'esprit de bois et d'iodure. On réunit finalement les liqueurs qui contiennent la couleur verte en dissolution, on les concentre et on les emploie pour la teinture et l'impression des tissus, comme les autres couleurs d'aniline. Ce procédé, quoique donnant de très-beaux résultats, est trop coûteux pour qu'on puisse lui prédire une longue existence; mais il mènera sans doute un jour à la découverte d'un corps qui pourra remplacer les iodures dans la formation du vert de rosaniline.

Chrysaniline. L'orange d'aniline se forme, dans la fabrication du rouge d'aniline par le procédé au nitrate de mercure, comme produit secondaire, qui reste mêlé au résidu brun d'où l'on a retiré la rosaniline. Ce résidu est formé de matières résineuses et de chrysaniline; on dissout cette dernière dans du sel marin, on évapore la dissolution, et le produit final est soluble dans l'alcool, et peut servir à teindre la laine et la soie en une belle couleur jaune d'or : elle contient deux atomes d'hydrogène de moins que la rosaniline.

Nous terminons ici cette belle serie des couleurs aniliques, qui s'est si rapidement complétée depuis la découverte du violet Perkins et du rouge Verguin, et nous allons jeter un coup d'œil rapide sur la manière de les fixer sur les tissus.

La laine et la soie ont une telle affinité pour ce genre de couleurs, qu'il n'est besoin d'aucun mordant pour les teindre ou les imprimer; une simple dissolution dans l'eau, l'alcool, ou l'acide acétique, qui puisse servir de véhicule à la matière colorante, suffit à tous les besoins de ces industries. Mais pour le coton qui n'a aucune affinité pour les couleurs d'aniline, il est nécessaire de lui faire subir une préparation préalable qui, en y incorporant une matière huileuse ou animale, lui donne des propriétés analogues à celles

que possède la laine ou le coton. Les différentes matières qui sont les plus propres à produire cette espèce de transformation des tissus de coton, sont : l'albumine, le gluten, la caséine; et, chaque fois que l'on aura imbibé les tissus dans une dissolution de ces matières organiques azotées, ils se comporteront comme ceux de laine ou de soie pendant les opérations de la teinture.

Quant aux couleurs d'impression, c'est à l'albumine qu'on a donné la préférence, malgré le prix élevé auquel il faut la payer dans le commerce.

Le tannin précipite tous les composés colorés dérivés de l'aniline, et forme avec eux des laques fort belles qui, étant redissoutes dans l'acide acétique, forment des couleurs que l'on fixe sur les tissus de coton, comme toutes les autres couleurs vapeurs. L'arsénite d'alumine, l'aluminate de soude, l'oléate de plomb, etc., ont donné lieu à des procédés plus ou moins pratiques, que les fabricants ont expérimentés avec plus ou moins de succès. Il serait cependant à désirer que l'albumine pût être remplacée dans la fabrication des indiennes, d'autant plus que le prix d'achat en étant fort élevé, empêche qu'on en emploie suffisamment pour donner aux impressions réalisées par son moyen, toute la solidité désirable. Nous croyons que des recherches convenables, dirigées vers l'emploi du tannin et de tout autre mordant, de manière à augmenter l'éclat des couleurs qu'ils forment, doivent nous conduire au remplacement de l'albumine, qui serait ainsi rendue à son emploi primitif comme aliment.

Série du phénol. Après avoir examiné bien rapidement, il est vrai, la série des couleurs provenant de l'aniline, nous allons donner au lecteur un aperçu des matières colorantes dérivées d'autres carbures qui appartiennent au même groupe que l'aniline. Tel est le phénol, ou acide phénique et ses dérivés. En effet, sa formule $C^6 H^6{}_0$ peut être décomposée de la manière suivante : $\left.\begin{matrix} C^6 H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O$; $C^6 H^5$ représente le radical phényle.

Le procédé indiqué par M. Kopp, pour la préparation du phénol, est fort économique, et permet de le livrer dans le commerce au prix de 4 fr. le kilogramme cristallisé. Il mélange les liqueurs alcalines et les liqueurs acides, provenant de la distillation des huiles de goudron, de manière à former du bisulfate de soude, qui retient les alcaloïdes en dissolution. L'huile brune qui surnage est recueillie et rectifiée; le produit obtenu est l'acide phénique, cristallisable en aiguilles transparentes, d'une odeur de goudron de bois, d'une saveur brûlante. Son emploi en thérapeutique est devenu fort important.

Jaune. Le plus important dérivé de l'acide phénique, est l'*acide picrique*, dont l'emploi industriel est fort important pour la teinture des jaunes et des verts. C'est à M. Laurent que l'on doit sa préparation; il l'obtint en traitant l'huile de goudron par l'acide nitrique. Sa composition est représentée par la formule :

$$\left.\frac{C^6 H^2 (AZ O^2)^3}{H}\right\} O.$$

Il porte encore les noms de nitropicrique, chrysolépique, nitrophénisique, carbazotique, amer de Welter. Sa dénomination d'acide trinitrophénique est plus conforme à sa composition, telle que je viens de la formuler.

Il est produit par l'action de l'acide nitrique sur l'indigo (Walter), la salycine (Doeberreiner, Piria), l'aloès, la soie et plusieurs résines (M. Carey-Léa). Ce dernier mode de préparation est économique, et c'est la gomme d'Australie ou résine de xanthorrhea hastilis que l'on traite par 6 à 8 fois son poids d'acide nitrique.

Bleu, rouge, jaune, brun. M. Jules Persoz a le premier obtenu deux dérivés colorés de l'acide rosalique, qui est lui-même considéré comme un produit de l'oxydation du phénol. Ces deux produits auxquels il donne les noms de péonine ou coralline et d'azuline, ont été employés industriellement, le premièr pour teindre en rouge la laine, la soie et le coton, préalablement mordancés à l'étain ou au tannin; le second, pour teindre la laine et la soie en bleu.

La coralline jaune est un produit analogue à la coralline rouge, et peut servir à teindre la laine en beau jaune. M. Fol, en traitant l'acide phénique par l'acide arsénique, obtient une matière colorante jaune, qui forme des sels rouges avec les alcalis; ces sels produisent des teintes rouges et roses sur la laine et la soie.

La phénicienne de M. Roth est le résultat de l'action d'un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique sur l'acide phénique; la matière colorante ainsi obtenue est brune, soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique, et peut être facilement employée à la teinture des tissus de laine, de soie et de coton mordancé. Les couleurs obtenues varient du chamois foncé au grenat, en passant par la gamme des tons intermédiaires, selon la quantité de matières colorantes que l'on emploie et de sels oxydants que l'on a ajoutés au bain de teinture.

Série de la naphtaline. Ce carbure qui fut découvert par Gardens et dont la formule $C^{10} H^8$ représente la composition, se trouve dans les goudrons de houille d'usine à gaz en grandes quantités.

La manière dont il se comporte dans différentes réactions pour former de nouveaux corps, le fait considérer comme l'hydrure du radical hypothétique naphtyle $C^{10} H^7$; et de même qu'on a obtenu avec la benzine la nitro benzine et l'aniline, on obtient avec la naphtaline, la nitro-naphtaline et la naphtylamine :

$$C^{10} H^9 Az \text{ ou } \left.\begin{matrix} C^{10} H^7 \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az.$$

Les dérivés colorés de la naphtylamine n'offrent jusqu'à présent pas d'intérêt pratique immédiat, malgré les travaux de MM. Scheurer-Kestner et P. Richard, Nous ne nommerons donc qu'en passant le violet de M. Wildes, le bleu de M. Rohert-Rumney et le rouge violacé de M. Roussin.

Par l'ébullition de la napthaline avec l'acide nitrique concentré, M. Laurent obtient la binitronaphtaline solide, jaunâtre, insoluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool et l'éther. M. Troost, en réduisant ce corps par les sulfures, polysulfures, cyanures et sulfocyanures alcalins, a obtenu des produits colorés, rouges, violets et bleus, qui n'ont pas encore d'application industrielle, mais que j'ai cru intéressant de mentionner ici. M. Roussin, en employant le zinc comme réducteur en présence de l'acide sulfurique et à une haute température (200°), a obtenu une matière colorante rouge, dont certaines propriétés analogues à celles que possède l'alizarine, lui firent croire à son identité complète avec cette importante matière colorante.

M. Persoz est arrivé à un résultat analogue en traitant la binitronaphtaline par l'acide sulfurique à 300°. Il a donné à ce produit le nom de naphtazarine. La manière toute différente dont elle se comporte avec les mordants que l'on emploie pour les teintures de garance, et la fugacité des tons obtenus, ne permettent pas de la confondre un seul instant avec l'alizarine.

L'intérêt qui se rattachait à la découverte d'une méthode qui donnait le moyen de produire cette dernière matière artificiellement, a disparu depuis que M. Kopp est arrivé, comme nous l'avons dit précédemment, à la retirer de la garance par des procédés économiques, qui permettent de l'employer à l'instar des autres matières colorantes végétales, c'est-à-dire à la fixer sur les tissus de coton com-

binée préalablement avec les mordants, comme cela se pratique dans les couleurs vapeur.

L'acide phtalique ou alizarique $\left.\begin{matrix} C^8 H^4 O^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^2$, est le résultat de l'action de l'acide nitrique sur la naphtaline et ses chlorures, sur l'alizarine et la purpurine. Il sert à la production de l'acide benzoique.

C'est à MM. Dépouilly que l'on doit le mode de chloruration de la naphtaline par les chlorates alcalins et l'acide chlorhydrique. M. Aubert, en traitant la naphtaline par différents oxydants, obtient une matière colorante rouge propre à la teinture.

Vert de quinine. Le vert que MM. Brandes et Leber ont nommé dalléochine, est le résultat de l'action du chlore et de l'ammoniac sur un sel de quinine; M. Horace Kœchlin le prépare de manière à pouvoir l'appliquer aux usages de la teinture, en chauffant à 20° R. un mélange de 10 grammes de sulfate de quinine dissous dans un litre d'eau avec $0^l,128$ de chlorure de chaux, $0^l,032$ d'acide chlorhydrique et $0^l,192$ d'ammoniac. Il se forme un précipité qu'il recueille sur un filtre et qu'il sèche. Le corps ainsi obtenu a l'aspect résineux, il est soluble dans l'alcool, et cette solution peut servir à teindre la soie et la laine en un beau vert qui conserve sa couleur à la lumière artificielle.

Nous pouvons clore ici la série de ces couleurs nouvelles qui ont opéré une véritable révolution dans les arts industriels de la teinture et de l'impression des tissus en se substituant à toutes celles qu'on employait il y a quelques années à peine. Il est évident que les opérations si longues et si difficiles que nécessitait la fixation des matières colorantes végétales sur les tissus sont aujourd'hui bien simplifiées par ces belles découvertes, et la nouvelle manière de fixer la matière colorante de la garance toute formée et combinée avec les différents mordants, venant se fondre dans cette fabrication si belle et si simple des couleurs dérivées de l'aniline, l'industrie aura fait sa plus belle conquête. Elle aura atteint alors une perfection, à laquelle ont contribué tous ceux qui ont suivi l'impulsion de la science, qui n'ont point nié la vérité de ces grandes lois de substitution, dont les premiers principes ont été établis par notre grand chimiste, M. Dumas, longtemps avant même qu'ils aient pu satisfaire à toutes les exigences de la science. On leur doit l'explication de tous les problèmes qu'il fallait résoudre, pour que l'industrie puisse à son tour exécuter une de ces marches en avant, si rapides qu'elles semblent être l'effet du hasard, mais qui ne sont que le résultat de travaux longtemps médités et que le génie seul pouvait préparer.

C'est maintenant surtout, que les machines à imprimer au rouleau, perfectionnées par nos habiles mécaniciens anglais, français et allemands, A. Kœchlin, Ducommun, Tulpin, Hummel, etc., et au moyen desquelles nous pouvons, en une seule impression, reproduire sur les étoffes des dessins à 1, 2, 4, 6, 8 et 12 couleurs, pourront être utilement employées. Au lieu des anciennes couleurs vapeur, dont la solidité laissait beaucoup à désirer, ce sont les couleurs de la garance qui, mariées dans une certaine mesure aux brillantes couleurs dérivées du goudron, aux couleurs minérales comme l'outremer, le vert Guignet (qui est un borate hydraté d'oxyde de chrome solide et résistant), remplaceront les couleurs fugaces des bois de teinture, de Campêche et de Sainte-Marthe; la fabrication sera plus parfaite, car elle réunira la solidité et le brillant des couleurs à la délicatesse de l'exécution que l'on obtient seulement avec les machines à imprimer mécaniquement.

Les impressions à la main deviennent de plus en plus rares et elles resteront la spécialité de certains pays, tels que la Suisse, où la main d'œuvre est à bas prix. La perrotine elle-même, qui a rendu de si grands services à l'impression et

n'a remplacé le travail à la main que dans les fabriques où la production n'était pas suffisante ponr alimenter des machines au rouleau, est peu employée aujourd'hui ; et, bien que l'inventeur de cette ingénieuse machine soit parvenu, au moyen de la disposition des châssis, à imprimer plusieurs couleurs à la fois avec la même planche, bien que la gravure des planches d'impression soit d'un prix bien inférieur à celui de la gravure d'un rouleau, et que les planches elles-mêmes soient de peu de valeur, malgré ces avantages réels, elle ne peut suffire à toutes les exigences de rapidité et de perfection que l'industrie exige aujourd'hui.

Rien de plus ingénieux cependant que cette machine, qui fut inventée par Perraut, un de nos mécaniciens dont l'esprit chercheur ne s'est arrêté devant aucune difficulté. Le mécanicien constructeur qui l'imita le mieux est M. Hummel, qui construit la plupart des perrotines employées en Allemagne et en Russie, les deux pays où son usage est le plus répandu.

L'avenir de l'industrie qui nous occupe est donc assuré par l'immense perfectionnement apporté dans la construction des machines à imprimer, par l'amélioration des procédés de gravure (pantographe, machine magnéto-électrique), par celle des procédés de teinture, du séchage des tissus, par l'accélération apportée à la fixation des mordants et au blanchiment des tissus après la teinture ; par la découverte des nouvelles couleurs organiques artificielles, et que tous les efforts des industriels et des savants doivent concourir à doter d'une plus grande stabilité ; et surtout par l'emploi tout récent, dont l'Exposition nous donne des spécimens fort beaux, de la matière colorante de la garance, à l'état de couleur d'application.

Teinture.

Pour terminer notre analyse, il nous reste à examiner encore la marche qu'a suivie depuis son origine l'industrie mère, celle de la teinture des tissus en uni.

Nous voyons par les historiens de l'antiquité que l'origine de la teinture date des temps les plus reculés ; 1200 ans avant notre ère, les étoffes de toutes couleurs fabriquées à Sidon étaient renommées pour leur beauté, et Salomon faisait venir de Tyr les tissus teints en pourpre, en bleu, en écarlate et en cramoisi, toutes couleurs brillantes et solides, que l'éclat du soleil d'Orient ne faisait point pâlir.

Du temps de Moïse, on fabriquait la pourpre, et les deux dernières teintureries où l'on fixait cette belle couleur sur les tissus de laine furent détruites, l'une par les Sarrasins, l'autre par les Turcs, dans le quatrième siècle de notre ère. La pourpre, qui était retirée de deux coquillages : le *murex brandaris* et le *purpura capillus*, produisait une couleur dont la solidité était remarquable ; Plutarque raconte à ce sujet qu'Alexandre trouva dans le camp de Darius des étoffes teintes en pourpre dont la fabrication remontait à près de deux siècles et qui n'en avaient pas moins d'éclat.

M. Sacc a publié, dans le *Bulletin de la Société de Mulhouse*, t. XXVI, p. 305, une notice très-intéressante sur l'histoire de la pourpre chez les anciens et aux Indes ; en voici un passage : « La matière qui produit la pourpre est un liquide jaune tirant sur le vert, contenu dans une vésicule placée derrière la tête de l'animal, au-dessous de la coquille qui n'est (celle des Indes du moins) guère plus grande qu'un pois. La matière colorante est un fluide épais et si visqueux qu'il ressemble à une gelée qu'on peut enlever avec un pinceau à poils un peu raides.

A Tyr, on préparait la laine en l'imprégnant d'abord du suc provenant d'un coquillage, et qui semble en avoir été la bile ; puis on la teignait dans la liqueur

colorante des buccins, abandonnée pendant trois jours à elle-même, après qu'elle avait été étendue d'eau de mer avec laquelle on la faisait bouillir jusqu'à ce qu'elle fût assez concentrée pour donner à la laine la teinte voulue, teinte qui, d'ailleurs, n'acquérait toute sa beauté que sous l'influence directe du soleil.

Cette méthode est confirmée par les expériences que William Cole fit en 1663, et que Bernard de Jussieu repéta en 1709, avec un murex de la Méditerranée.

Réaumur, Duhamel et Bancroft répétèrent et vérifièrent toutes les données précédentes, et, plus récemment, Gonfreville nous apprend qu'aux Indes orientales on fait encore usage de murex pour teindre les tissus de laine.

A une époque plus rapprochée de nous, les Phéniciens, qui étaient fort habiles dans l'art de la teinture, employèrent la garance, et teignirent les étoffes de coton en rouge; cette couleur fut connue sous les noms de rouge turc, rouge d'Andrinople, rouge des Indes. Ils connaissaient aussi la manière d'employer le pastel, le kermès, la cochenille, les graines jaunes et les graines de Perse, et ils répandirent en Europe la connaissance pratique des différents procédés qu'ils employèrent pour fixer ces matières colorantes sur les tissus de laine, de soie et de coton.

Cet art de la teinture disparut de l'occident lors de l'invasion des barbares du nord, et ce n'est que vers le treizième siècle que les Vénitiens le firent revivre en Italie. Dans le quinzième siècle, on découvrit en Amérique les nouvelles matières tinctoriales des bois de Campêche, de Sainte-Marthe, de Fernambouc, de l'indigo, de la cochenille et du rocou, et la révolution qui se fit alors dans cet art que ne dédaignaient pas les plus nobles et les plus influentes familles de Florence, fut favorable au commerce et à l'industrie. Bientôt quelques autres parties de l'Europe virent à leur tour s'élever des teintureries qui purent rivaliser avec celles de l'Italie.

Un Hollandais, Cornélius Doebbel trouva le secret de fabriquer l'écarlate de cochenille, et plus tard, vers le milieu du seizième siècle, Gilles Gobelin créa l'art de la teinture en France, à Paris même, où son nom fut conservé à l'établissement modèle, où un de nos plus illustres maîtres (M. Chevreul) a résolu les questions les plus obscures de cet art industriel, et a su l'élever à la hauteur d'une véritable science.

C'est à la même époque que, comme nous l'avons dit dans les *Annales du Génie civil*, le campêche et l'indigo furent employés dans les teintureries, et, malgré les lois qui furent promulguées en Angleterre et en France et qui en défendaient l'usage, leur importation en Europe devint chaque année plus considérable.

C'est alors que s'élevèrent les premières fabriques de rouge turc à Darnethal, à Aubenas et à Saint-Chamond, et qu'un Français nommé Papillon passa en Angleterre et y fit connaître les procédés de cette fabrication. Ce fut aussi un Français, M. Steiner, de Ribeauvillé, qui introduisit en Angleterre, trois siècles plus tard, un procédé de teinture rapide et économique qui assura pendant bien des années une supériorité incontestable à tous les produits qui sortirent de ses ateliers.

Disons aussi que, déjà en 1785, le teinturier Saint-Évron, de Rouen, avec l'aide du pharmacien Arvers, avait appliqué le sel d'étain à l'avivage du rouge de garance.

Depuis lors les progrès de la teinture devinrent plus rapides, et marchèrent de conserve avec ceux de l'industrie des impressions sur étoffe, et grâce aux travaux des Hallot, des Dufay, des Macquer, des Bertholet et des Chaptal, nous voyons ces arts industriels s'élever à la hauteur de sciences véritables, et s'ap-

puyant sur les travaux des plus grands génies, sur les découvertes de la mécanique et de la chimie, marcher d'un pas rapide vers les perfectionnements les plus inattendus.

Tout ce que j'ai dit au sujet des nouvelles matières colorantes découvertes dans ces dernières années, peut s'appliquer aussi bien à la teinture qu'à l'impression des tissus, et je terminerai ici cet aperçu, incomplet sans doute, de l'histoire de ces deux industries, dont les produits admirables sont étalés aux yeux des visiteurs de l'Exposition.

Je dirai cependant, à la vue même de tous ces brillants résultats, que nous avons encore bien des progrès à réaliser; que nous devons surtout chercher à donner plus de stabilité à ces magnifiques productions colorées de la chimie moderne, et ne pas oublier que si l'indigo n'a pas le brillant éclat du bleu d'aniline, il résiste longtemps aux attaques de l'air, de la lumière, du savon et des acides, et que ce n'est pas là un mince avantage qu'il conserve sur ses rivaux d'origine moderne; que les roses et les violets d'aniline se trouvent dans le même cas quand on les compare aux couleurs que produit la garance; et puisque la beauté de ces belles teintures en nécessite l'emploi et le rend général, il faut encore leur donner la qualité essentielle, la solidité.

La science et l'habileté des industriels de tous pays, de nos chimistes coloristes ne fera pas défaut à cette grande tâche, et ils parviendront à résoudre ce problème et achever l'œuvre commencée, n'en doutons pas; déjà quelques-uns de ces résultats sont obtenus, surtout pour les tissus de laine et de soie, et il est évident que les couleurs dérivées de l'orseille, telles que les violets et les pourpres, sont plus fugitives que les violets Perkins et que les violets nouveaux de la rosaniline de Poirrier et Chappat; que les roses du safflor ou de la cochenille ne sont pas plus stables que les roses d'aniline, et que le noir d'aniline est non-seulement supérieur à tous les autres noirs de teinture, mais qu'il est tout à fait inaltérable et d'une stabilité complète sur les tissus de coton.

(*La suite à un prochain fascicule.*)

MACHINES A VAPEUR,

PAR M. JULES GAUDRY, Ingénieur au chemin de fer de l'Est,

ET M. A. ORTOLAN, Mécanicien principal de la marine impériale,

AVEC LA COLLABORATION DE DIVERS INGÉNIEURS.

Introduction.

Notre étude sur la machine à vapeur à l'Exposition, embrassera toutes ses applications comme engin moteur; l'Exposition donne à peu près ce qu'elle avait promis, mais non tout ce qu'elle pouvait promettre eu égard au grand mouvement qui s'est produit depuis cinq années ; nous ne nous bornerons donc pas à relater les spécimens présents au palais du Champ de Mars; comme dans le travail publié par l'un de nous, dans les *Annales des mines* et dans les *Annales du Génie civil*, à la suite de l'exposition universelle de Londres, nous recueillerons les systèmes récents restés dans les ateliers ou en service dans l'industrie, qui se recommandent à l'attention du lecteur.

Une première partie sera consacrée à décrire les machines, suivant leurs diverses formes d'application aux manufactures ainsi qu'à l'élévation des fardeaux et des eaux; les outils à vapeur; les locomotives de chemins de fer, si variées en ce moment; les locomoteurs sur les routes, les locomobiles et machines dites demi-fixes, et notamment celles qui sont spéciales à l'agriculture et aux chantiers ruraux; enfin les machines de navigation.

Chaque appareil intéressant sera relaté sommairement, de manière à préciser son système, ses particularités, ses dimensions fondamentales. Autant que faire se pourra, nos mentions seront accompagnées de croquis gravés, à l'échelle, faisant connaître l'ensemble des agencements.

Une seconde partie, la plus instructive, à notre avis, aura pour objet *l'étude synthétique* des machines à vapeur à l'Exposition ; c'est-à-dire que sans distinction des spécialités, nous les considérerons dans leur ensemble pour faire ressortir les tendances actuelles de l'industrie, les emprunts respectifs que pourraient se faire les spécialistes, qui sont souvent trop exclusifs, comme s'ils ignoraient ce qui se fait à côté d'eux avec succès. C'est dans cette seconde partie de notre travail que nous considérerons aussi, pièce à pièce et d'une machine à l'autre, les organes isolés pour les étudier comparativement. Quant à l'établissement des principes généraux, il ne peut trouver ici sa place. C'est la matière des traités proprement dits auxquels nous renvoyons[1].

Dans nos études, dont l'étendue sera considérable, tant la machine à vapeur a d'importance à l'Exposition universelle, nous avons dû partager le travail avec plusieurs collaborateurs bien connus de nos lecteurs, notamment avec M. Benoit Duportail, ingénieur des ateliers du chemin de fer de l'Ouest, et M. J. Moran-

1. Voir notamment : *Traité de machines à vapeur fixes locomotives et marines*, par Jules Gaudry ; *id.*, par Laboulaye ; *id.*, par Morin et Tresca ; *id.*, par Ortolan.

dière, ingénieur au chemin de fer du Nord, à qui nous adressons nos vifs remercîments ; nous remercierons aussi nos collègues anglais d'*Engineering*, auxquels nous devons des renseignements très-utiles.

En relatant les machines de l'Exposition, en remontant même quelquefois dans leur histoire, il faudra nécessairement leur appliquer un nom de constructeur ou d'ingénieur. Qu'il soit bien entendu que cette désignation est totalement exclusive de l'idée d'attribution d'un droit réel à l'invention première, et que nous restons étrangers aux questions de priorité, sans nous rendre juges des contestations qui pourraient s'élever. Enfin, il est une promesse que nous ferons au lecteur, c'est l'impartiale justice dans nos études, c'est l'absence de toute idée préconçue, de toute complaisance.

Bien que les études de machines à vapeur commencent communément par les machines fixes, nous nous appliquerons d'abord aux locomotives à cause de l'intérêt dont elles sont l'objet au concours international qui vient de s'ouvrir. Dans la suite de ce numéro même on va trouver aussi le commencement de nos études sur les machines marines.

LOCOMOTIVES.

Aux expositions de l'industrie française en 1843 et 1848, il n'y eut chaque fois qu'une seule locomotive. La première fut celle du Creusot, la seconde fut celle à 4 roues couplées de Buddicom. A l'exhibition universelle de Londres, en 1851, il y eut 13 locomotives, dont une française de Cail, et deux belges. On vit 21 machines à l'exposition universelle de Paris, en 1855, dont 9 françaises, 3 belges et seulement 2 anglaises. Les 7 autres envoyées par la Prusse, l'Allemagne et l'Autriche, nous révélèrent pour la première fois des merveilles à peu près ignorées de construction mécanique, où l'individualité des types ne fut pas moins remarquée que la perfection de l'ajustage. A Londres, en 1862, il y eut 22 locomotives, dont 13 anglaises, 4 allemandes, 1 belge, 1 italienne et 3 françaises, plus divers plans et modèles. Le fait dominant à cette époque fut, comme à Paris en 1851, que tandis que les constructeurs du continent entraient résolument dans la voie des inventions, les Anglais restaient, au contraire, fidèles avec une sorte de respect à certains types anciens devenus pour ainsi dire classiques, et semblaient n'avoir fait aucun progrès. Nous avons alors protesté contre les accusations de prétendue routine adressées à Stephenson et à Fairbairn; nous avons dit qu'après plus d'une tentative d'innovation les nécessités locales, toutes spéciales à l'Angleterre, avaient dû ramener les constructeurs presque au point de départ des pères de l'industrie des railways, et que le maintien de ces conditions faisait naturellement conserver les types de machines qui ne pouvaient plus que varier dans les détails jusqu'à nouvel ordre. Dans l'étude publiée aux *Annales des mines*, par l'un de nous en 1862, sur l'exposition de Londres, et dans le récent mémoire de M. Morandière, à la Société des ingénieurs civils, ces données fondamentales des railways anglais sont relatées et elles n'ont pas changé sensiblement.

Toutefois l'Angleterre commence maintenant à adopter des locomotives sortant des types traditionnels. L'Exposition nous en montre peu de chose, mais le fait est connu des hommes du métier. C'est qu'en Angleterre comme sur le continent, le grand mouvement des transports sur les anciennes lignes exige des machines plus puissantes, et qu'on soude de toutes parts au réseau principal, des embranchements dans des pays accidentés où le tracé comporte nécessairement des rampes et des courbes inusitées jusqu'ici. Et comme le sys-

tème des profils varie en même temps que les circonstances locales, il est naturel que l'exposition et l'industrie nous offrent diverses solutions que nous allons nous attacher à bien caractériser.

L'Exposition universelle de 1867 offre en ce moment 33 locomotives de chemin de fer, sans compter les dessins et modèles; et le concours a, cette fois, bien franchement son caractère international. Voici dans quelle proportion chaque peuple présente les spécimens de son industrie :

La France a.	14	locomotives.
La Prusse, l'Allemagne et l'Autriche.	8	—
La Belgique.	5	—
L'Angleterre.	5	—
Les États-Unis.	1	—

A la suite du nombre de locomotives exposées, il est intéressant de connaître la force productive des ateliers des diverses nations. L'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne avec la Prusse et l'Autriche, enfin, les États-Unis, paraissent être les seuls États qui aient des ateliers pour la construction proprement dite des locomotives. Mais partout où il y a des chemins de fer, il existe, comme annexe, des ateliers d'entretien qui peuvent au besoin construire à neuf. L'Italie en a offert l'exemple à l'Exposition de Londres, et on a espéré voir à Paris un spécimen des constructions originales de Russie. L'Angleterre tient toujours la tête : plusieurs de ses anciens ateliers ont disparu au moins eu égard aux locomotives; mais avec les établissements nouveaux, y compris ceux qui fabriquent spécialement les petites machines dites d'entrepreneurs, nous lui connaissons 28 ateliers de construction de locomotives, plus 12 ateliers de premier ordre appartenant aux compagnies de chemins de fer construisant au besoin pour autrui. Savoir :

A *Manchester* et environs: 1° Sharp et Stewart, ancien atelier outillé à neuf et toujours digne de sa vieille réputation; 2° Beyer et Peacock, atelier neuf admirablement organisé; 3° Bridgewater foundry, ancien atelier de Nasmyth ayant outre la spécialité des locomotives, celle des marteaux à vapeur et des grosses machines. A *Newcastle :* Stephenson (exposant), et Hawthorn, vieilles maisons bien connues, plus Armstrong et Morrisson. A *Glascow*: 1° Neilson, magnifique atelier neuf; 2° the Glascow-locomotive-Works. A *Leeds:* Kitson (exposant), Hunsley et Cie, Manning-Wardle, Hudswell-Clarke et Fowler. A *Bristol:* Avomside et Cie. A *Middlesboro :* Hopkins-Gilkes et Cie. A *Birkenhead :* the Canada-Works. A *Warrington :* the Vulcan-Foundry, vieille maison qui, avec Sharp, Stephenson et Hawthorn, nous a fourni en France nos premières locomotives. A *Londres :* the New-Cross Works et Georges England. A *Saint-Helens:* James Cross. A *Cheppenham:* Brotherhood. A *Whitehaven:* Fletcher-Jennings et Cie. A *Long-Borough :* Hugues (exposant). A *Shiffnall* (Shropshire) : Lilleshall Cie (exposant). A *Lincoln :* Ruston, proctor (exposant), à qui s'ajouteraient au besoin les célèbres ateliers des machines agricoles de Ransomes et Sims. A *Sheffield :* les ateliers de la Yorkshire-Engine Cie, et à *Worcester*, ceux de la Worcester-Engine Cie.

Les ateliers de chemins de fer construisant à neuf sont situés : sur le North-Western, à *Crewe* et à *Volverton;* sur le Great-Western, à *Swindon* et à *Wolverhampton;* sur le Midland, à *Derby;* sur le South-Eastern, à *Ashford;* sur le Chatam-Dover, à *Londres-Battersea;* sur le North-London, à *Bow;* sur le Great-Nortern, à *Doncaster;* sur le Caledonian à *Glascow*.

La production totale de tous ces établissements peut être évaluée à 1,500 locomotives par an, dont la Grande-Bretagne absorbe, parait-il, le tiers pour le renouvellement annuel de ses railways.

L'Allemagne, y compris la Prusse et l'Autriche, ont à notre connaissance, les 10 établissements qui suivent pour la construction des locomotives : à *Berlin*, Borsig (exposant), l'un des plus grands ateliers d'Europe; à *Esslingen*, Kessler (exposant); à *Neustadt-Autriche*, Sigl (exposant); à *Vienne*, Atelier impérial du chemin de fer, sous la direction d'Hasvell (concourant à toutes les expositions universelles) et les ateliers du Nordbahn; à *Chemnitz*, Hartman (exposant), belle usine fabricant aussi des outils; à *Hanovre* Egestorff (exposant en 1855); à *Carlsruhe*, atelier l'un des plus considérables d'Allemagne (exposant); à *Munich*, Maffeï et Kraus (exposant); à *Cassel*, Herschell. La production totale de ces établissements peut être évaluée, dit-on, à 450 locomotives par an.

La Belgique a 9 ateliers de construction de locomotives, savoir : Évrard à *Bruxelles;* Carels, à *Gand;* les ateliers de Saint-Léonard, à *Liége*, dirigés par Waessen (anciens ateliers Poncelet); les ateliers considérables de *Seraing* et *Couillet;* plus les ateliers de chemins de fer à *Malines* et à *Louvain*, et ceux de *Tubize* et de *Haine-Saint-Pierre.* Les 5 premiers sont exposants.

En Amérique, les ateliers de construction de locomotives sont, paraît-il, nombreux et considérables. Nous connaissons : à *Paterson*, dans l'État de New-Jersey, les 3 ateliers de Rogers, Dauforth et Grant. Ce dernier, qui est exposant en 1867, a deux importantes succursales. Ces trois maisons ensemble ont fait, dit-on, plus de 2,000 locomotives. A *Philadelphie*, les ateliers de premier ordre et très-anciens de Norris et de la Cie Baldwing. A *Baltimore*, Hayward Bartlett et Cie; Denmead et fils. A *Boston*, dans l'État de Massachussetts, Hinkley-Williams, Mac Kay et Aldus. A *Manchester*, Amos Kay et Cie. A *Cincinnati*, Robert More. A *Taunton*, Williams Mason. A ces établissements il faut ajouter ceux qui ont pris simplement les noms des cités ou contrées où ils se trouvent, savoir : ateliers de *Taunton*, de *Manchester*, de *Rhode-Island*, de *Schenectady*, ce qui fait en tout 18 constructeurs de locomotives.

La France paraît être la nation qui en possède le moins; mais à l'exception de 2 petits constructeurs de machines de chantier, tous ont des établissements dont l'importance est presque sans égale et dont la production est considérable. Suit l'énumération des ateliers français :

Cail, à Paris-Grenelle. (A concouru à toutes les expositions.)

Schaken-Caillet, à Lille-Fives. (Exposant en 1867.)

Gouin, à Paris-Clichy. (Exposant en 1855, 1862 et 1867.)

Schneider, au Creusot. (Exposant en 1843, 1855 et 1867.)

Mesmer, ingénieur, ateliers de Graffenstaden, près Strasbourg. (Exposant).

Kœchlin, à Mulhouse. (Exposant en 1855.)

Anjubault, à Paris. (Exposant en 1855 et 1867.)

Peteau, à Paris-Passy.

Ateliers du chemin de fer d'Orléans, à Ivry-Paris, (Exposant en 1855, 1862 et 1867.)

Ateliers du chemin de fer de Lyon, à Bercy-Paris, à Arles et à Oullins-Lyon.

Atelier du chemin de fer du Midi, à Bordeaux. (Exposant.)

Ateliers du chemin de fer de l'Est, à Epernay et à Mohon.

Atelier du chemin de fer du Nord, à Paris-La Chapelle.

Ateliers du chemin de fer de l'Ouest, à Paris-Batignolles et à Rouen (ancien atelier Buddicom).

Ces divers ateliers, indépendamment des réparations courantes dans ceux des chemins de fer, pourraient fournir ensemble environ 1,000 locomotives par an, dont 650 dans les ateliers privés.

Le réseau ferré de la France compte actuellement 13,000 kilomètres exploités par 3500 locomotives. Nos ateliers peuvent donc fournir beaucoup plus que le né-

cessaire pour le renouvellement annuel. Moins débordés par la production que dans la Grande-Bretagne, laquelle fournit, il est vrai, à ses colonies un énorme contingent, nous sommes cependant dans des conditions moins favorables de prospérité commerciale que la Belgique et l'Allemagne, dont les forces productives sont mieux proportionnées avec les besoins indigènes par le nombre et l'importance des ateliers de construction, à moins que la fabrication soit laissée tout entière à l'industrie privée.

Pour compléter cet aperçu général, nous relèverons un fait qui frappera dans l'examen des locomotives à l'Exposition. C'est que chaque peuple se personnifie dans ses types de machines; qu'il a ses usages, ses traditions, ses formes inspirées souvent par les circonstances locales. Quand on voudra juger les machines au Champ de Mars, il faudra se garder d'idées trop absolues. Cette forme que nous blâmons, nous ingénieurs français, n'a souvent le défaut que de contrarier nos habitudes, et celles-ci ne sont parfois pas plus sympathiques aux étrangers. C'est même cette diversité de mœurs industrielle qui fait tout l'intérêt d'un concours international. Ces observations faites, entrons au palais du Champ de Mars, et répondons à l'attente du lecteur en donnant nos premières études aux locomotives éloignées des types usuels.

Voici l'ordre que nous suivrons:

1° Locomotives à tender moteur;
2° Locomotives à 4 cylindres;
3° Autres locomotives de montagne, de systèmes divers;
4° Locomotives ordinaires à 8 roues fixes couplées;
5° — à 6 roues fixes couplées;
6° — à 4 roues couplées;
7° — à roues libres;
8° — petites pour gares et chantiers;
9° Locomoteurs sur routes de terre;
10° Locomotives spéciales, système Fell et autres.

I

Locomotives à tender moteur.

(Planches 1 et 2).

Ce système est une des particularités les plus importantes du concours international, non-seulement parce qu'il est représenté par une des plus belles locomotives de l'Exposition, à laquelle deux autres devaient se joindre, sans compter les dessins, mais en raison de son histoire et de la grande application qu'il a reçue en France, en Angleterre et en Belgique.

Chaque type diffère par les communications de vapeur, et aussi par le but spécial qu'on s'est proposé sur chaque ligne. Mais partout l'addition du mécanisme au tender a eu pour but de fournir immédiatement un moteur auxiliaire, dont le service peut n'être qu'intermittent et accidentel, comme pour regagner le temps perdu ou pour gravir une rampe.

Outre la locomotive à tender-moteur exposée par la Compagnie de l'Est, on pourra étudier au Champ de Mars au moins les dessins de celles de Fairlie et Urban. Pour compléter cette étude, il faut relater le système de Verpilleux, Sturrock, Cernuschi et Flachat. Suivons l'ordre des dates :

1. *Verpilleux* (figure 1, pl. 2 et colonne 1 du tableau A). — Les machines de ce

système ont servi à monter la rampe de 14 millimètres entre Rive-de-Gier et Saint-Étienne pendant plusieurs années, jusqu'à l'époque où elles ont été remplacées, en même temps que les rails, par les grosses locomotives de Cail, dites du Grand-Central. Le système Verpilleux a fait l'objet d'un brevet d'invention en date du 26 décembre 1842, depuis longtemps expiré. Outre ce premier brevet, M. Verpilleux en a pris un autre avec Baldeyron le 30 novembre 1857, où la vapeur reçue dans les deux cylindres additionnels du tender n'est plus empruntée à la chaudière; elle provient des cylindres de la machine proprement dite, et en la recevant à son échappement dans les cylindres plus grands du tender, elle s'y détend suivant le principe de Woolf. De là elle passe dans le tender où elle se condense. Nous ignorons si ce second projet a reçu exécution. La machine de la figure 1, et décrite ci-après comparativement avec d'autres, appartient au système du brevet de 1842. Les deux véhicules sont à quatre roues couplées et à mouvements extérieurs comme dans les petites locomotives qui se construisaient alors. Pour augmenter la chaudière de la locomotive proprement dite, on s'était borné à superposer au corps tubé un réservoir en forme de coffre demi-cylindrique, lequel n'a pas présenté assez de solidité. Le train faisant 4 stations assez longues sur la rampe à gravir, la vapeur s'accumulait suffisamment pendant l'arrêt. Pour passer de la chaudière aux cylindres du tender, il existait, au-dessus de la tête du mécanicien, des tuyaux à rotules qu'on entretenait étanches sans soins excessifs. Nous n'avons pas retrouvé comment se faisait l'émission de vapeur hors des cylindres du tender. Nous croyons nous rappeler qu'elle s'échappait directement dans l'air par un simple tube vertical, comme dans la locomotive de l'Est actuellement exposée. La locomotive Verpilleux avait les roues en fonte avec bandages en fer ; la distribution se faisait par un mécanisme spécial avec changement de marche à manettes; le bâti était en madriers de bois; la chaudière était cylindrique, contenant un foyer cylindrique lui-même.

2° *Cernuschi* (figure 2, planche 2). — Ce système, resté à l'état de projet, a été breveté le 19 mai 1856, et il a reçu dans son temps une assez grande publicité. Ici encore, comme dans le premier système Verpilleux, la vapeur est amenée de la chaudière dans une paire de cylindres auxiliaires attenant au tender. Mais, de plus, M. Cernuschi voulait utiliser l'adhérence des wagons (de tout le train au besoin), en leur transmettant l'action motrice par des engrenages et des arbres à rotules comme ceux des marines à hélice. Le brevet Cernuschi est une étude bien faite et digne d'être consultée. Pour envoyer la vapeur de la chaudière aux cylindres du tender, l'auteur emploie un faisceau de petits tubes contournés en spirales obéissant librement aux inflexions. Le mécanisme moteur est extérieur, aussi bien sur la machine que sur le tender; la chaudière de la locomotive est très-puissante, ayant un grand nombre de tubes dans un long corps tubé dont le diamètre est $1^{m},50$, et un très-grand foyer supporté en son milieu par une des paires de roues comme dans les types qui vont suivre, fait qu'il est juste de relever à cette date de 1856.

3° *Flachat.* (Voir son ouvrage sur la traversée du Simplon.) — A cette même époque, M. Flachat proposait pour la traversée des Alpes une locomotive, où non-seulement le tender, mais plusieurs wagons du train étaient rendus accidentellement moteurs, par l'addition de cylindres empruntant la vapeur à la très-puissante chaudière de la locomotive proprement dite; M. Flachat fit même à l'un de nous l'honneur de le consulter sur l'appareil de communication de vapeur. Les circonstances n'ont pas fait donner suite au projet.

4° *Sturrock* (figure 3 et n° 2 du tableau A). — L'éminent ingénieur du Great-Northen-Railway a pris un brevet d'invention en France en 1864, reproduisant

sa patente anglaise, et de suite il modifia en ses ateliers de Doncaster plusieurs machines à marchandises : le tender reçut un mouvement complet analogue à celui de la locomotive, avec évacuation de la vapeur d'émission dans la caisse à eau en un condenseur tubulaire. Quant à la locomotive, elle ne subit d'autres modifications essentielles que l'allongement du foyer et l'addition d'une prise de vapeur spéciale, sur laquelle nous reviendrons, car elle est constitutive du système Sturrock. Des locomotives avec *tender-moteur* ont été récemment construites de toutes pièces. C'est une de celles-ci qui est représentée en la figure, et dont suivent les principales dispositions : cylindres intérieurs; mécanisme distributeur intérieur entre les cylindres; châssis fixes et doubles, l'un extérieur, l'autre intérieur, selon le type originaire de Gooche, adopté généralement par M. Sturrock. — Le tender a un châssis simple dont les longerons sont en dehors des roues et découpés dans des tables de tôle. Le mécanisme moteur du tender est intérieur, mais horizontal. Le tout est lourd, suivant l'usage du Great-Northen-Railway. Les particularités essentielles de la machine Sturrock sont : 1° la conduite de vapeur au tender par un long tube cédant à toutes les inflexions voulues par l'effet de son développement de 7 mètres, à quoi s'ajoutent cinq coudes principaux en divers sens; 2° l'émission de vapeur, laquelle se fait dans un véritable condenseur tubulaire placé dans la caisse à eau : *a* est le conduit de départ, *b* et *d* deux chambres entre lesquelles est un double rang de tubes condenseurs au nombre de 15 en tout. La vapeur non-condensée s'échappe en dehors par le tuyau monté sur la chambre *d*. — Son débouché est entouré d'un manchon bouché par un écran *g*, qui donne issue à la vapeur au dehors, en retenant l'eau projetée; celle-ci retombe dans la caisse. L'eau de condensation renfermée dans les tubes ne paraît pas avoir d'autre issue.

Ces machines, au nombre, dit-on, de 50, s'emploient sur la ligne ordinaire du Great Northern, dont les rampes sont normales; mais le but proposé est d'y remorquer, sans ralentissement sensible, les trains considérables qui comportent en plaine la puissance ordinaire des locomotives.

5. *Fairlie* (voir figure 4 et colonne 3 du tableau A, voir aussi son brevet français du 12 mai 1864 et la description avec gravure dans l'*Engineer*). — Cette variété de locomotive à tender moteur est pour ainsi dire la contre-partie du système Sturrock; elle se caractérise par l'agencement mécanique, le gros corps tubé de la chaudière et la disposition des roues groupées en deux trains articulés pour passer dans les petites courbes. A cet effet, ni la chaudière de la locomotive, ni la caisse à eau du tender ne sont fixées au bâti comme à l'ordinaire. Ces bâtis, avec le mécanisme qu'ils supportent et les roues, sont disposés en *bogies* ou trains articulés déplaçables latéralement sans solidarité respective dans les courbes. A cet effet, la chaudière et la caisse à eau sont montées à rotules autour desquelles les châssis se déplacent. Suivent les autres particularités du type Fairlie : chaudière à longs tubes, 4,10. — Dans le foyer bouilleur en lame d'eau verticale au milieu ; cylindres extérieurs légèrement inclinés, mouvement distributeur intérieur ; châssis simples, ressorts de suspension sous les essieux, tous avec balanciers équilibrant la charge. La vapeur d'admission arrive au tender par un tube court à coudes dont l'origine est sur le devant du foyer. La vapeur d'émission va, comme d'ordinaire, dans la cheminée, par un long tube sous la chaudière qui cède aux inflexions par sa longueur même comme le tube d'admission de Sturrock.

6. *Urban* (voir figure 2, planche 1 et colonne n° 4 du tableau A). — Machine du grand central belge, exécutée aux ateliers de la Compagnie, à Louvain, sur les plans de M. Maurice Urban, ingénieur en chef directeur.

Pour reconnaître l'invention du breveté français, la Compagnie belge a donné à la machine le nom de Verpilleux; elle est destinée à remorquer en service courant des trains de 246 tonnes, non compris le moteur, à la vitesse de 20 kilomètres sur une ligne où les courbes descendent à 500^{m} de rayon et où les rampes ont de 10 à 18 millimètres sur 28 kilomètres de parcours. En raison de sa puissante chaudière, elle est apte à fournir un travail continu avec les 4 cylindres. Voici ses particularités principales : long foyer du système Belpaire avec ciel attaché par entretoises remplaçant les armatures accoutumées; grille inclinée à très-minces barreaux pour brûler des menus de houille; l'essieu d'arrière supporte en son milieu la boîte à feu, laquelle est très-évasée ainsi que le foyer qui a été entré par la façade. — Cheminée conique évasée de bas en haut. — Corps tubé presque tout plein de tubes et surmonté, comme dans la machine Verpilleux, par un réservoir cylindrique. — Mouvement moteur intérieur. — Châssis simple en dehors des roues. — Ressorts sous les essieux avec balanciers d'équilibre des roues d'avant aux roues motrices. — Tender à 6 roues, même type de châssis. — La distribution de vapeur s'y fait automatiquement par excentriques à tocs, la locomotive suffisant pour diriger la marche. Communication de vapeur par un tube placé sous la chaudière dans l'axe de la machine et articulé à ses 2 bouts par le mécanisme indiqué (au 10e de grandeur) dans la figure 3. Du côté de la machine M, au fond d'une stuffing-box en entonnoir ou pavillon, le tube *oo'* joue à joint étanche dans 3 anneaux de caoutchouc vulcanisé *aaa*. Du côté du tender T, le tube est muni d'une rondelle *b* faisant corps avec lui et jouant entre 2 anneaux *gg* pareils aux précédents *aaa*. — La vapeur d'émission des cylindres du tender va sous la caisse par deux tubes *ss* dans une boîte commune *x*, à laquelle est adapté un conduit *z* débouchant dans l'espace. Suivent quelques dimensions à ajouter à celles du tableau : Grille inclinée de $2,27 \times 1,04 = 2,36$; volume du réservoir de vapeur, 1,300 litres. Diamètre du tourillon d'essieu, moteur 190$^{m}/^{m}$. Entre-axe des cylindres, 0,68 à la machine et 0,72 au tender. Longueur des bielles motrices de la machine, 1,76; celle du tender, 1^{m},20. — Diamètre de tige de piston, 55 millimètres. Longerons de la machine découpés dans des tables de tôle : longueur, 7,85; épaisseur, 25 millimètres. Longerons du tender faits de même : longueur, 5,90; épaisseur, 20 millimètres.

7. *Est.* — *Graffenstaden* (figure 1, planche 1 et colonne 5 du tableau A). — La Compagnie du chemin de fer de l'Est, reprenant les études de M. Sturrock, sous la direction de M. l'ingénieur en chef Vuillemin, a composé à son tour, avec M. Mesmer, de Graffenstaden, la belle et seule locomotive à tender-moteur arrivée à l'Exposition. Elle a été construite aux ateliers de Graffenstaden [1], et elle est destinée au trafic spécial de sections de la ligne exceptionnellement accidentée de rampes et pentes successives. — Le mouvement intérieur est à peu près disposé comme dans le type Sturrock, avec bâti simple en dehors des roues, manivelles d'accouplement rapporté au bout des essieux, comme dans certaines machines de M. Polonceau au chemin de fer d'Orléans. Les roues du tender sont un peu plus petites que celles de la machine. Le relevage des coulisses de distribution se fait à volonté, par levier à main ou par une vis. La chaudière est très-puissante, avec grille inclinée, tubes courts et vaste surface de chauffe directe par le foyer; celui-ci est supporté à peu près en son milieu par les roues

1. La compagnie de Graffenstaden a exposé, en outre, une locomotive à quatre roues, pour le grand-duché de Bade, et une très-belle machine à vapeur dont nous parlerons ultérieurement, plus une magnifique série d'outils-machines. D'autre part, la compagnie de l'Est a une exposition considérable de machines et wagons et un album de tous ses types de machines.

d'arrière, et il est muni de deux portes, avec un bouilleur en lame d'eau qui descend librement du ciel de foyer et sera ajouté dans la machine exposée. L'admission de vapeur aux cylindres du tender se fait par un long tube libre et à coudes, suivant le système Sturrock. Mais l'émission a lieu librement dans l'espace par un tube direct. — La chaudière est en tôle d'acier. Les pièces du mouvement sont également en acier fondu. Dans les deux seuls essais qu'on ait pu faire avant l'envoi à l'Exposition, la machine, avec le secours du tender moteur, a facilement remorqué 580 tonnes brutes à la vitesse de 25 kilomètres, sur rampes de 5 millimètres parfois avec courbes.

La répartition du poids de la machine sur les roues a été reconnue satisfaisante et par suite elle a une stabilité remarquable. Suivent un certain nombre de dimensions complémentaires du tableau :

	Machine.	Tender.
Fusées d'essieu, longueur	$0^m,260$	$0^m,255$
diamètre	$0^m,170$	$0^m,150$
Entr'axe des cylindres	$0^m,900$	$0^m,750$
Longueur de bielle motrice	$1^m,735$	$1^m,400$
Angle d'avance des excentriques	30°	30°
Course maxima des tiroirs	$0^m,116$	»
Course des excentriques	$0^m,120$	$0^m,115$
Recouvrement des tiroirs, extérieur	$0^m,027$	$0^m,025$
intérieur	$0^m,002$	$0^m,002$
Lumière d'admission	40×300	33×260
d'émission	72×300	60×260

Si maintenant on compare ensemble les 7 types qui précèdent, on trouve qu'avec un principe commun chacun diffère dans l'agencement du mécanisme.

1° Verpilleux, Cernuschi, Fairlie, ont les mouvements extérieurs; Sturrock, Urban et l'Est ont préféré les mouvements intérieurs, mais avec châssis en dehors des roues et manivelles d'accouplement rapportées aux bouts des essieux.

2° Sauf Verpilleux, qui n'employait que des véhicules à 4 roues à entre-axes fixes de $1^m,72$, dans tous les autres types les véhicules sont à 6 roues, excepté dans celui de Fairlie où le tender est à 4 roues seulement.

3° Sturrock et l'Est ont assigné au tender des roues un peu plus petites que celles de la machine.

4° Dans tous les systèmes, la puissance vaporisatrice de la chaudière a été augmentée, mais sauf dans le programme de M. Urban, en vue de fournir de la vapeur au tender, seulement par intermittences passagères. MM. Verpilleux et Urban se sont appliqués à agrandir le réservoir de vapeur.

5° Chaque système a son mode de conduite de vapeur pour l'admission et l'émission. M. Sturrock a son long tube d'admission flexible par lui-même et son émission dans un condenseur tubulaire. M. Fairlie admet par un tube court à coudes et il émet dans la cheminée de la locomotive par un long tube comme celui que M. Sturrock emploie à l'admission. L'Est a emprunté le long tube d'admission Sturrock, mais l'émission a lieu par un tube direct dans l'air sans condensation. M. Urban a un tube articulé avec bagues élastiques dans un pavillon. Cernuschi a des spirales pour communication entre les 2 véhicules. Enfin et avant tous, Verpilleux y adaptait des tuyaux à rotules.

Suit le tableau comparatif des principales dimensions des machines qui précèdent, moins celles qui sont restées à l'état de projet.

A. *Tableau comparatif des locomotives à tender moteur.*

	Verpilleux. 1.	Sturrock. 2.	Fairlie. 3.	Urban. 4.	Est. 5.
Locomotive.					
Timbre de chaudière	5k.	»	»	9 »	10 »
Diamètre du corps tubé	1m.20	»	»	1.45	1.50
Tubes. Nombre	117 »	197 »	207 »	368 »	276 »
Diamètre extérieure	50 »	50 »	50 »	44 »	49 »
Longueur	2 »	3.15	4.10	3 »	3 »
Foyer. Longueur	1.85	1.97	1.82	2.20	2.24
Largeur	0.92	1.05	1.015	1.06	1.08
Hauteur au-dessus de grille	»	1.35	»	1.15	1.43
Surface de chauffe du foyer	»	10.12	18.40	9.70	11.52
Id. du bouilleur	0	0	»	»	3.33
Id. des tubes	»	82 »	133.08	169.50	117.50
Id. totale	»	92.12	151.48	179.20	132.35
Cylindre. Diamètre	0.24°	0.406	0.457	0.460	0.420
Course	0.75°	0.609	0.609	0.600	0.600
Roues. Nombre	4 »	6 »	6 »	6 »	6 »
Diamètre	1.24	1.52	1.22	1.22	1.30
Entr'axes	1.72	4.74	2.66	3.65	3.55
Poids à vide	»	31.17	»	»	30.50
en marche	17t »	36 »	»	36 »	35 »
Tender.					
Cylindre. Diamètre	0m.220	0.304	0.304	0.350	0.380
Course	0.750	0.430	0.406	0.400	0.420
Roues. Nombre	4 »	6 »	4 »	6 »	6 »
Diamètre	1.24	1.37	1.22	1.22	1.20
Entr'axes	1.72	4.63	2.20	3.20	3.20
Contenance d'eau, en tonnes	»	10.35	9.08	8.000	7.50
de combustible	»	»	2.000	4.000	4.50
Poids à vide	»	18.30	»	14.80	15.91
en marche	12t »	27 70	»	27.000	27.91
Longueur	»	6.80	»	6.64	5.94
Id. avec la machine	»	15.10	12.76	15.37	14.66
Poids avec la machine	28t »	67.10	50 »	63.000	63.000

II

Locomotives-tender à 4 cylindres.

(Planche 3.)

Ce type est représenté à l'Exposition du Champ de Mars par la locomotive colosse du chemin de fer du Nord et par plusieurs dessins ou modèles, parmi lesquels est le dessin de cette machine de Fairlie, qui a été, en Angleterre, l'objet de tant de discussions (Voir l'*Engineer* et *Engineering*). Dans un procès considérable, dont la machine à quatre cylindres a été l'objet, il a été reconnu que le système avait été proposé dans plus de 30 brevets d'invention, tant en France qu'en Angleterre, sous toutes les formes imaginables, tantôt avec double chaudière, tantôt avec chaudière ordinaire. Il n'est pas sans intérêt de relater quelques-unes de ces antériorités, en laissant de côté celles qui n'ont pas pour objet d'actionner des groupes distincts de roues, et qui, par conséquent, s'éloignent du but actuellement proposé dans l'emploi des locomotives à 4 cylindres. Relatons d'abord les machines restées à l'état de projet.

1° *Burch* (Brevet anglais, du 16 février 1837; en France, brevet Petrie, du 21 septembre suivant). Ce projet, qui a fait sensation en son temps, se caractérise par des cylindres oscillants entre les essieux extrêmes actionnés isolément (Voir

figure 1). — Avant cette proposition, on en trouve plusieurs autres, dont la plus ancienne que nous connaissions est celle de Wittey, en 1830, mais où les cylindres multiples commandent un même essieu moteur, dans un but d'équilibre, comme fit Stephenson, en 1846, avec 3 cylindres; ou dans un but de détente Woolf.

2° *Tourasse*, 30 septembre 1842. Ce mécanicien fut, en sa qualité de chef des ateliers du chemin de fer de Saint-Étienne, un de ceux qui prirent part à l'organisation originaire de nos lignes ferrées. A la même époque que le système Verpilleux qui l'emporta, il proposa divers projets de puissantes machines pour courbes et rampes, où plusieurs groupes de roues, même de diamètres différents, sont actionnés isolément par des cylindres distincts. C'est évidemment là le point de départ sérieux des locomotives auxquelles le présent chapitre de nos Études est consacré. Nous remarquerons trois types intéressants : 1er type (figure 3) à 8 roues en deux groupes, l'un actionné par cylindres verticaux, l'autre, à l'aide d'une très-longue bielle, par des cylindres horizontaux accolés des deux côtés de la boîte à fumée. 2e type (figure 4) à 12 roues en 3 groupes de 4 accouplées ensemble, chaque groupe ayant son cylindre. (A cette époque, on employait des cylindres verticaux et souvent un seul cylindre par essieu ou couple d'essieux.) Les 2 groupes antérieurs étaient articulés en bogie. 3e type (figure 2) à 8 roues en deux groupes distincts, dans l'un desquels les roues d'un plus grand diamètre sont actionnées par l'intermédiaire d'un *faux essieu*, mécanisme incomplétement décrit par l'auteur, mais qui paraît avoir eu pour but une articulation permettant aux roues de devier dans les courbes.

Quatre ans après Tourasse, est venu le brevet Vallet, 22 septembre 1846, où sous une chaudière commune, deux paires de cylindres aux deux extrémités de l'appareil actionnent séparément aussi des roues de diamètres différents et complétement indépendantes.

3° *Crampton*, brevet anglais du 24 août 1846 (Voir figure 5). Double locomotive à grande vitesse, suivie d'un tender ordinaire où l'on va chercher les provisions par les plates-formes latérales. — Ce projet, repris plus tard et modifié, est devenu la double locomotive avec accouplement dos à dos, brevetée par Bridge Adams, le 3 juin 1851 et de celles du même type bien connu, appliquées en Italie sur la section dite des Giovis, d'après le programme de M. Lechatellier. Enfin, celle du chemin de fer de Victor-Emmanuel, par Ernest Mayer.

4° *Pearson*, brevet anglais du 7 octobre 1847. Véritable locomotive à 4 cylindres et chaudière double, mais avec foyer commun.

5° Viennent ensuite les deux locomotives à 4 cylindres bien connues, dites *Seraing* et *Neustadt*, qui ont pris part au mémorable concours du Sœmmering, en 1850. Elles sont décrites dans toutes les publications techniques de l'époque, notamment aux *Annales des mines*, 5e série, t. 1. Il suffit ici de la relater et d'en donner les croquis (fig. 6 et 7). — La machine de Seraing offre une double chaudière à portes de foyer latérales, 2 groupes de 4 roues chaque articulées en bogie sous un bâti rigide, ayant chacun leurs cylindres, ceux-ci placés respectivement aux extrémités. La machine Neustadt a une chaudière unique, mais a très-longs tubes, deux groupes de 4 roues chaque articulées en bogie; les cylindres sont rapprochés fond vers fond au milieu des groupes de roues.

Nous arrivons maintenant aux types actuels de l'Exposition.

1° *Nord-Gouin*. — (figure 8 et colonne 1 du tableau B.) Le type, dans ces agencements fondamentaux, a figuré en dessin à l'Exposition de Londres, où il a trop ouvertement heurté les idées anglaises pour y avoir excité autre chose qu'un énorme intérêt de curiosité. Rien n'est également curieux comme les colères et

même les injures auxquelles a donné lieu la hardie conception du chemin de fer du Nord. Quoi qu'il en soit, la machine a si bien fait ses preuves, pour les grands transports réguliers de marchandises, sur profil accidenté, qu'il a été fait une commande récente après cinq années de service des dix premières. Elles ont été étudiées par les ingénieurs de la Compagnie du chemin de fer du Nord et construites par M. Gouin, à Clichy. Plusieurs sont en cours de service. Dans la machine exposée, voici les particularités fondamentales : 1° Sous un bâti rigide, 12 roues formant deux groupes indépendants, ayant chacun leur mécanisme moteur, où la distribution et la glissière supérieure unique sont à remarquer. — Sur le châssis simple et intérieur est d'abord établie la caisse à eau *a*, puis vient au-dessus la chaudière *b* dont le peu profond mais long et large foyer *c* du système Belpaire déborde latéralement au-dessus du châssis et des roues. Sur la chaudière est adapté, en communication avec elle, un réservoir de vapeur *d*, traversé par des tubes sécheurs ayant 80 mill. de diamètre extérieur, $0^{m},80$ de longueur et 15^{mq} de surface séchante. Puis vient un second corps tubulaire *e*, ayant même nombre et même diamètre de tube, mais ayant $1^{m},10$ de long, 20^{mq} de surface et servant à chauffer l'eau alimentaire qui est refoulée dans la chaudière par des pompes. Il existe en outre un petit giffard pour fonctionner en station. A la suite du sécheur est la cheminée horizontale propre aux locomotives du Nord, trop élevées pour recevoir la cheminée verticale accoutumée. Il résulte des expériences faites par MM. Nozo et Geoffroy, que les cheminées à *tirage forcé* fonctionnent également, quelle que soit leur position à égalité de dimensions.

On remarquera encore la mise en dehors de tout le mécanisme ; l'indépendance absolue des 2 groupes de roues et de leur mécanisme, sauf le levier de relevage, qui est commun et très-facile à manier, les 4 coulisses se faisant contre-poids respectifs, c'est-à-dire les uns montant quand les autres descendent. Les ressorts de suspension sont tous équilibrés dans un même groupe par des balanciers. Les essieux extrêmes ont du jeu dans leurs coussinets de boîte à graisse. La machine fonctionne en pleine marche dans des courbes de 250 mètres. Elle franchit même des courbes de 150 mètres, mais à faible vitesse. Pour les conduits d'eau et de vapeur, il existe une tuyauterie considérable, qui est couverte par les enveloppes de la chaudière.

2. *Fairlie.* (Voir figure 10 et colonne 2 du tableau B.) — Cette machine, construite par James Cross, à Saint-Helens, sur les plans et le système breveté de M. Fairlie, pour la ligne à profil très-accidenté du Southern and Western railway of Queensland, est en dessin à l'Exposition. Elle est décrite en détail avec grandes gravures, dans *Engineering* de Colburn. Ses particularités sont : 1° Le foyer rectangulaire avec portes de changement latérales et placé entre deux corps tubés symétriques, donnant en tout $11^{m},50$ de longueur, y compris les boîtes à fumée, lesquelles sont surmontées de cheminées ordinaires munies toutefois d'un treillis cylindrique pour arrêter les escarbilles. — 2° Les roues et le mécanisme moteur forment deux groupes indépendants, de part et d'autre, des foyers ; ces groupes, avec leur châssis, forment train articulé autour d'une cheville ouvrière attachée sous le milieu en corps tubé. — 3° Les conduits d'admission de vapeur aux cylindres et d'émission dans les cheminées sont articulés à rotules pour céder aux inflexions latérales. — 4° Comme détails, on remarquera la forme des coulisses de distribution, du type renversé, le relevage et levier de changement de marche mu par un cric à vis ; et la disposition des caisses à eau, faisant partie des trains articulés.

3° *J.-J. Meyer* et *Ad. Meyer* (fig. 9 et col. 4 du tableau *B*). — Ces ingénieurs ont exposé les dessins de diverses variétés de leur locomotive de montagne déjà

exhibée à Londres en 1862 et modifiée. L'un de ces types est actuellement en construction chez Cail. La chaudière est unique et repose sur deux trains mobiles par trois supports à rotule; un sur l'avant-train, dans l'axe de la chaudière et les deux autres latéralement sur l'arrière-train. Les deux trains sont réunis par une barre d'attelage soumis seulement à des efforts de traction. Ils forment un tout solidaire flexible en tous sens.

L'eau est sur l'avant-train et le combustible sur l'arrière-train. Le mouvement est quadruple. Les quatre cylindres reçoivent leur vapeur d'une boîte de prise commune et de tuyaux flexibles, comme dans la locomotive à tender de Sturrock et de l'Est. La vapeur d'émission, dont une partie variable peut être détournée au profit du chauffage de l'eau d'alimentation, se rend à la cheminée par un tuyau commun articulé. La cheminée est annulaire ainsi que le jet d'échappement. Le mécanisme moteur est en dehors des roues ainsi que les châssis avec manivelles extérieures dont la tête sert de fusée suivant le mode allemand, pour le principe duquel M. Meyer a été breveté en 1851. Parmi les projets de M. Meyer, nous avons choisi celui qui, avec un entr'axe fixe de $3^m,20$, possède des roues de $1^m,50$ pour une vitesse convenable à des trains portant les voyageurs sur les lignes de montagne. Le type analogue à ceux des autres ingénieurs qui précédent avec roues de $1^m,20$ et entr'axe de 3 mètres ou au-dessous, est identique à celui de la figure. Nous signalerons 4 autres types dans la série de M. Meyer.

Machines anologues aux précédentes, avec roues de $1^m,10$, et entre-axe de $2^m,50$, chaque essieu portant 7500 kilog.; la chaudière a son foyer réduit à 2 mètres, et son corps tubé à $4^m,10$ de longueur.

Machine de 45 tonnes portant sur 10 roues, dont les 6 de l'avant-train ont $1^m,40$ avec entr'axe de 3 mètres, l'arrière-train ayant seulement 4 roues de $1^m,15$ avec entr'axe de $2^m,70$ et des cylindres de dimensions moindres. Le foyer a $2^m,20$ et le corps tubé $4^m,40$ de longueur.

Machine de puissance exceptionnelle, de 72 tonnes, portée par 16 roues égales, ayant $1^m,10$ de diamètre et chargées de 9 tonnes par essieu, avec $2^m,40$ d'entre-axe fixe, les essieux extrêmes ayant du jeu latéral. Le foyer a $2^m,50$ de long. Le corps tubé a 5 mètres de long sur $1^m,80$ de diamètre : c'est la locomotive de montagne de la plus grande force.

Machine à grande vitesse, toujours dans le même ordre d'idées, avec quadruple mécanisme et 2 trains articulés, montée sur 12 roues, dont les extrêmes sont seules adhérentes et ont $2^m,20$ de diamètre avec 10 tonnes de charge par essieu. La chaudière est la même que celle de la figure 9, sauf que le corps tubé a 10 centimètres de moins en longueur et que son axe n'est qu'à 2 mètres du sol. Le poids total de la machine est évalué 50 tonnes.

Thouvenot, à Saint-Maurice (Suisse), expose les dessins d'une locomotive pour la traversée du Valais, à 4 cylindres, 12 roues en deux groupes, articulées respectivement en bogie et double chaudière. Elle a, dans son ensemble, du rapport avec celle de Fairlie; mais par son large foyer et le grand diamètre du corps tubé, le générateur a une puissance considérable. Ces cylindres, au lieu d'être en regard aux deux extrémités, sont au contraire rapprochés du foyer. (Voir col. 3 du tableau *B.*)

Boutmy (figure 11 et colonne 5 du tableau B). — L'exposition contient le grand plan au cinquième de cette machine étudiée à Arles, en 1862, par M. Boutmy, ingénieur du matériel au chemin de fer de Lyon. Elle se compose de 2 groupes de roues et mécanisme indépendants, portant ensemble la chaudière. Celle-ci fait corps avec le groupe d'avant qui est fixe; elle est portée par des rotules d'Engerth sur le groupe d'arrière, qui est articulé en bogie. La longueur du tuyau de vapeur leur permet de céder aux inflexions, comme sur

la machine à tender-moteur de l'Est. M. Boutmy a dit avec raison que sa machine est une combinaison de l'Engerth et du système Verpilleux-Sturrock. La caisse à eau est sur le train d'avant, passant, en partie, sous la chaudière comme dans la grosse machine du Nord. Le combustible, au contraire, est sur le train articulé d'arrière. Le châssis est intérieur; il en est de même des mouvements distributeurs. Les cylindres sont extérieurs. Chaque groupe a sa prise de vapeur. Mais un seul mécanisme à vis et à volant relève les 4 coulisses de distribution.

III

Locomotives de montagne de systèmes divers.

Planche 2.

A cette catégorie appartiennent plusieurs locomotives importantes de l'Exposition, plus un grand nombre de projets dont le caractère constitutif, outre la grande puissance d'organes, est d'offrir un mécanisme spécial laissant aux roues la faculté de se déplacer latéralement dans les courbes à très-petit rayon des lignes exceptionnellement accidentées, où les trains d'une certaine importance ne marchent qu'à très-faible vitesse. Aux trois locomotives de l'Exposition, nous joindrons plusieurs machines qui n'y sont pas venues, en mentionnant seulement pour mémoire la machine dite à forte rampe du chemin de fer du Nord, dont l'intérêt disparaît à côté de sa grosse locomotive à 12 roues, décrite ci-dessus, ainsi que les locomotives Beugnot, qui font, paraît-il, un très-bon service en Italie, mais sur lesquelles tous renseignements nous manquent. Quant aux modèles bien connus de Rarchaert et de Ed. Gouin, ce sont non des locomotives, mais des systèmes d'articulation qui seront relatés dans l'étude des organes isolés en notre seconde partie.

1° *Forquenot* (figure 7 et n° 8 du tableau B). — Cette machine, la 244e construite aux ateliers de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans à Ivry, sur les études dirigées par M. Forquenot, est destinée à la section de traversée du Cantal ayant rampe continue de 30 millim. sur 18 kilom. avec courbes de 300m. Elle appartient à la classe des machines-tender. 10 paires de roues couplées portent son énorme chaudière de forme usuelle en tôle d'acier. Des deux côtés sur les plates-formes latérales, sont les caisses à eau et à combustible. Le mécanisme est extérieur; le relevage des coulisses de distribution se fait par un mouvement à vis; le foyer, très-évasé, a été entré dans la boîte à feu par la façade, l'assemblage des tôles étant fait ainsi qu'il sera indiqué dans la seconde partie des études. Le châssis est mixte, c'est-à-dire intérieur entre les trois premières paires de roues, puis il s'élargit d'équerre et devient extérieur en dehors des deux paires de roues d'arrière dont les essieux ont des manivelles extrêmes rapportées suivant la mode allemande. Il n'y a pas de train articulé pour les roues comme dans les machines qui vont suivre, mais les essieux peuvent obéir à l'inflexion voulue dans les courbes par le jeu de boîtes à graisse et un mécanisme spécial de translation de M. Forquenot (plans inclinés des supports de boîtes à graisse sur lesquels nous reviendrons). Les roues motrices seules sont fixes, les deux paires antérieures et les deux paires postérieures se déplacent de 7 à 17 millimètres de chaque côté des boîtes à graisse. Les bielles motrices sont évidées sur le plat pour l'allégement. Celles d'accouplement ont leur articulation ou brisure à tourillon sphérique près des deuxièmes et quatrièmes roues. Les têtes de bielles sont pourvues de frettes, au lieu des mentonnets usuels de clavetage. La charge sur les essieux est 11t,38 sur les deux premiers essieux d'avant, 12 tonnes sur

l'essieu moteur et 12t,120 sur les deux essieux d'arrière. La caisse quadrangulaire, à la base de la cheminée, est une sablière : *a* est la soute, *b* et *d* sont les caisses à eau, réunis en bas par un tubes à coudes; *c* est le coffre à outils.

2° *Haswell.* Locomotive autrichienne dite *Steierdorf* (figure 5 et colonne 7 du tableau B). — Cette machine, qui était à l'Exposition de Londres en 1861, nous revient avec ses états de services depuis cette époque. Elle a été construite dans les ateliers du chemin de fer de l'État à Vienne, sous la direction de M. Haswel, d'après les études présidées par M. Engerth. Elle a été destinée aux transports de houille sur la ligne de Steierdorf à Orawitza, d'après le programme suivant : la machine n'étant pas chargée de plus de 9 tonnes et demie par essieu (à cause de la voie en rails Vignole, réduits à 25 kilogrammes par mètre), ne pesant pas en tout plus de 45 tonnes, devra remonter, sur une rampe de 20 millimètres avec des courbes de 114 mètres, une charge de 110 tonnes, moteur non compris, à la vitesse de 11 à 15 kilomètres. D'après la communication faite à la société des ingénieurs, à la séance du 18 janvier 1867, le programme a été dépassé, et les états de services continuent à être satisfaisants aussi bien au point de vue de l'entretien normal que du mécanisme. Mais le faux essieu d'accouplement qui était trop faible a dû être remplacé; le tender a dû être allégé, sa répartition de poids modifiée, et un fourgon avec caisse d'eau a été ajoutée à la suite.

La locomotive se compose de deux groupes articulés respectivement par une cheville ouvrière; ils portent ensemble la chaudière, laquelle est fixée et rejetée sur le groupe d'avant, comportant le mécanisme intérieur et trois paires de roues couplées. Le foyer de la chaudière repose sur le groupe d'arrière, à l'aide de rotules du système Engerth. Ce groupe, disposé en arrière-train mobile, a 4 roues couplées, et le mouvement leur est transmis par un mécanisme à faux-essieux avec parallélogrammes articulés se prêtant à toutes les inflexions voulues et constituant la particularité fondamentale de la *Steierdorf*. D'après la notice publiée par les exposants, le premier principe de ce mécanisme a été appliqué en Hanovre par Kirchweyer, puis sont venues d'autres propositions de mécanismes analogues à faux-essieux de M. Lippert d'une part, de M. Gouin et Larpent d'autre part.

En 1856, M. Engerth a repris avec tout son personnel l'étude de la question, et l'un de ses ingénieurs, M. Pius Fink, a composé la solution rationnelle qui caractérise actuellement la *Steierdorf*. Elle sera décrite et discutée dans la seconde partie de nos Études; bornons-nous à dire ici que le faux-essieu placé au-dessus des roues d'avant du tender est commandé et commande par des bielles; qu'il est rattaché aux roues de l'un et l'autre groupes précités portant la chaudière, par des tringles qui maintiennent le parallélisme de part et d'autre, et que le tout cède aux inflexions voulues, grâce à la forme sphérique des tourillons, tant du faux essieu que des supports et des bielles de transmission de mouvement.

Une autre particularité de la Steierdorff exigée pour les rampes de 20 millimètres qu'elle descend, est un double frein à vapeur placé sous la chaudière, et agissant sur les quatre paires de roues de la machine par un mouvement de levier dans le rapport de 1 à 1,90. Les deux cylindres à vapeur de ce frein sont verticaux, ils ont 0m,197 de diamètre sur 0m,250 de course maxima.

Dans la Steierdorff, le mécanisme est extérieur, sauf la distribution qui est entre les roues. Celles-ci sont en fonte à double flasque bombée du système Ganz [1]. Le châssis, du type allemand, est en dehors des roues, les essieux ayant des manivelles rapportées aux extrémités.

3° *Waëssen*, à Liège (figure et colonne 9 du tableau B). — Cette machine dite

1. Ces roues sont à l'Exposition ainsi que leur outillage d'ajustage.

à train universel et construite aux ateliers de Saint-Léonard sur les plans de M. l'ingénieur-directeur Waëssen, rappelle le type dit du Nord-Espagne. Elle appartient à la classe des locomotives tender, et elle a pour caractère spécial la position inclinée du mécanisme entièrement extérieur, foyer du système Belpaire, distribution par coulisse mue par un seul excentrique, et une bielle du système Walschaert ; l'équilibre de tous les ressorts par les balanciers que les Belges et les Allemands ont adoptés depuis longtemps, et surtout l'existence d'un bogie ou train articulé de deux paires de petites roues à l'avant, outre les six roues couplées. Ce bogie et la distribution feront ultérieurement l'objet d'une étude spéciale.

L'accouplement de la machine au train est encore une particularité essentielle de la machine Waëssen; la barre d'attelage passe, dans l'axe, sous la machine et va retrouver sa cheville en avant de l'essieu moteur. Le truc mobile a lui même son attache par une bielle qui part du milieu et va s'agraffer sous la boîte à fumée. Une série considérable de locomotives du même système, plus ou moins modifiées dans les détails, à été construite pour diverses lignes, notamment pour l'Espagne.

6° Scharp (fig. 9, planche et colonne 10 du tableau B). Cette locomotive tender, dont la photographie est à l'exposition, appartient à la ligne des Indes pour le plan incliné dit du Bore-Ghaut. Elle a trois paires de roues adhérentes, un avant train mobile de quatre petites roues, des freins à pression sur la voie, une caisse à eau placée concentriquement sur la chaudière des mouvements intérieurs, avec bâti extérieur découpé dans des tables de tôle épaisse. Le foyer est très-long, avec grille incliné et soutenu en son milieu par les roues d'arrière.

7° *Milholland* (fig. 6 et colonne 6 du tableau B). Cet ingénieur américain, dont plusieurs locomotives, aux formes exceptionnelles, ont été publiées déjà en France, a construit, il y a quelques années, la machine que nous relatons, pour la rampe du Reading-Rod, aux États-Unis ; elle se distingue surtout par la charge très-réduite sur six essieux, en raison de la faible section des rails. Aucune articulation ne paraissant exister dans l'accouplement de ces essieux, ayant un entr'axe de près de 6 mètres, il est probable que la rampe est en ligne droite ou à peu près. Elle a 2 kilomètres et demi de longueur. La machine porte un assez grand volume d'eau en trois caisses, mais pas de combustible : on charge celui-ci, sur place, dans le foyer aux deux extrémites du parcours. Le foyer brûle de l'anthracite; il est grand, suivi *d'une chambre de combustion* et muni d'une grille, dont les barreaux sont des tubes à eau. La position de l'une des caisses à eau sur la boîte à feu fait supposer que celle-ci est inclinée d'arrière en avant, ainsi que le ciel du foyer, suivant un usage assez fréquent en Amérique. La chaudière est alimentée par deux giffards. On remarquera encore la longueur de la bielle motrice qui a $3^{m}.45$; le tuyau déchappement de vapeur, dont la cheminée est à étranglement variable, donnant de 70 à 150 centimètres carrés de section. Ces renseignements nous sont fournis par le journal *Engineering*.

Ici se termine l'exposé des locomotives relatives à l'exposition, qui se caractérisent par des agencements autres que ceux des types qu'on peut dire traditionnels. De même que nous avons dressé le tableau comparatif des locomotives, à tender moteur, nous allons poursuivre nos deux précédents paragraphes du tableau comparatif des locomotives de montagnes (Voir ce tableau, page suivante).

Jules Gaudry.

La suite à un prochain fascicule.)

Tableau B, comparatif des machines de montagnes à deux ou à quatre cylindres.

DÉSIGNATION.	1 Gouin. Nord 12 roues 4 c.	2 Fairlie. 12 roues 4 cyl.	3 Thouvenot. 12 roues 4 cyl.	4 Meyer. 12 roues 4 cyl.	5 Boutmy. 12 roues 2 cyl.	6 Milholland 12 roues 2 cyl.	7 Haswell. 10 roues 2 cyl.	8 Forquenot. 10 roues 2 cyl.	9 Waessen. 10 roues 2 cyl.	10 Scharp. 12 roues 2 cyl.
	Exposée.	Exposée.	Exposée.	Exposée.	Exposée.	Exposée.	Exposée.	Exposée.	Exposée.	Exposée.
Timbre de la chaudière, en kilogrammes	9	»		10	9	»	»	9	9	»
Diamètre du corps tubé en mètres	1.35	1.32		1.60	1.50	1.22	1.20	1.60	1.30	1.40
Tubes... Nombre	275	{204 / 204}	341	»	»	174	158	280	193	200
— Diamètre extérieur en millimètres	55	50	50	50	»	50	53	50	50	51
— Longueur en mètres	2.50	3.35	4.50	4.70	5.10	4.11	4.42	4.96	3.70	3.45
Foyer... Longueur moyenne en mètres	1.83	2.25	3.70	2.10	2.20	2.74	1.43	1.83	2.20	»
— Largeur *id.*	1.60	1.24	2.70	1.10	»	1.07	0.96	1.13	1.0	»
— Hauteur sous ciel *id.*	1.18	1.46	2.20	»	1.20	»	1.25	1.20	1.56	»
Chauffe.. Du foyer, en mètres carrés	9.60	»	31.10	»	»	»	7.22	10.0	1.16 9.10	13.50
— Des tubes *id.*	119	»	481.83	»	»	»	115.69	218.00	111.90	107.00
— Totale *id.*	128	»	512.93	»	200.12	128.00	122.91	228.00	121.00	120.50
Grille... Surface *id.*	»	»	»	2.47	»	2.70	1.40	2.07	2.02	»
Longueur de chaudière, en mètres	5.60	11.50	14.40	»	8.20	»	.	8.00	6.80	»
Hauteur du centre de la chaudière, en mètres	2.18	2.12	»	»	2.15	»	.	2.05	2.05	2.03
Cheminée. Forme	horizontale.	ord.	ord.	annul.	ord.	»	ord.	ord.	évasée.	ord.
— Diamètre, en centimètres	50	30	60	»	0.40	»	42	45	0.42	»
— Longueur, en mètres	2.70	30 1.40	» »	»	»	»	.	1.83	0.50 1.60	»
Cylindres Position	hor. ext.	incl. hor.	hor. ext.	hor. ext.	hor. ext.	hor. ext.	hor. ext.	hor. ext.	ext. incl.	int. incl.
— Nombre	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2
— Diamètre, en millimètres	440	458	600	400	430	510	460	500	460	510
— Course *id.*	440	600	650	600	500	650	632	600	600	610
— Entr'axes, en mètres	»	2.00	»	»	»	»	.	2.10	2.04	0.89
Roues... Nombre	12	12	12	12	12	12	6	10	6 coupl. 4 libr.	6 c. 4 l.
— Diamètre, en mètres	1.065	1.22	1.20	1.50	1.20	1.10	1.06	1.07	1.30	1.32
— Entr'axes fixe	6.00	2.64	2.70	3.20	2.70	»	2.12	4.53	0.80	0.83
— Entr'axes total	6.00	8.80	8.40	9.60	6.90	5.90	»	4.53	3.00	3.92
Poids... Vide	»	»	60.00	»	»	»	.	46.00	5.95	5.98
— En marche	»	72	85.00	54	70.00	45.0	.	59.00	36.0	»
Longueur totale de machine	»	»	»	13.0	11.00	11	.	10.30	48.0	49.05
Tenders { Roues du tender. Nombre	»	»				0	4	0	9.36	»
— Diamètre	»	»	0	0		0	1.06	0	0	0
— Entr'axes	»	»	0	0		0	2.12	0	0	0
Contenance..... Caisse à eau	»	»	0	0		4500	»	5400	0	0
— *id.* à houille	»	»	8000	6000		0	»	1500	6500	4500
Longueur totale avec tender	»	13.75	4000	1500		11	10.32	10.30	2500 9.36	1000 0

MACHINES A VAPEUR

DE NAVIGATION FLUVIALE ET MARITIME.

I

§ 1. — Historique.

Pour nous conformer au plan arrêté par le directeur des *Annales du Génie civil* et des présentes Études sur l'exposition internationale de 1867, nous entrerons en matière par la chronologie historique de l'application de la vapeur à la navigation. Nous renfermant dans le cadre qui convient à la publication, nous ne donnons que les dates des faits, en indiquant les documents et les ouvrages que l'on pourra consulter pour plus de détails.

Remonter de l'origine d'une invention à son épanouissement, c'est faire à la mémoire et à l'intelligence une leçon profitable.

Le résumé historique que nous donnons ici n'a jamais été fait, croyons-nous, aussi complet et suivi; à ce titre, son importance secondaire le fera accepter comme une introduction instructive et intéressante. Il aidera les personnes qui cherchent dans toutes les questions le côté philosophique et critique à décider si ce sont les idées, comme on l'a dit, ou les institutions qui manquent pour imprimer au progrès une allure plus vive et plus continue.

Dans les *Annales de l'industrie nationale*, t. VIII, p. 294, M. de Mongéry, s'autorisant d'un vieux manuscrit, dit que l'armée de Claudius Caudex fut portée en Sicile sur des radeaux, mis en mouvement au moyen de roues à palettes que faisaient tourner des bœufs.

Dans un livre publié en 1599, *De rebus inventis et perditis*, G. Panciroli a écrit que, sur une vieille médaille qu'il a vue, les *liburnes*, vaisseaux de guerre des Romains, étaient représentés portant sur les côtés trois paires de roues à palettes, tournées par trois paires de bœufs.

L'authenticité de ces deux faits n'est pas suffisamment prouvée, pour y faire remonter l'origine certaine de la navigation par des moyens mécaniques autres que ceux de la rame et de la voile gonflée par le vent.

1472. — Robert Valturio essaye de construire une barque qui sera mue par des roues tournantes, mises en action par des hommes ou des animaux. (*De re militari*, liv. 2, chapit. XI.)

1543. — Le capitaine espagnol, Blasco de Garay, propose à l'empereur Charles Quint de faire marcher les vaisseaux sans rames et sans voiles. L'inventeur appliqua son système à une barque de grande dimension, mais ne le fit pas connaître. Des témoins rapportent que l'invention consistait en une grande chaudière pleine d'eau bouillante et en des roues de mouvement attachées à l'un et à l'autre bout du bâtiment. Ces faits sont contenus dans des documents que possède la bibliothèque royale de Samancas, suivant l'affirmation de M. Navarette. Mais l'authenticité de ces documents qui n'ont jamais été publiés, n'ayant pu être vérifiée encore aujourd'hui, la plupart des historiens de l'invention de la navigation par la vapeur, n'admettent pas que le capitaine espagnol doive figurer parmi les inventeurs. (*Correspondance astronomique du baron de Zach*, t. XIV, p. 30. — *Encyclopédie moderne, Didot* 1851, t. XXVII, p. 87. — *Congrès historique* 1838, p. 180.)

1578. — Guillaume Burne, continuateur du projet de Robert Valturio, ne laisse pas de meilleurs résultats que son prédécesseur. (*Muirhead, Note de la traduction de l'éloge de Watt,* par E. Arago.)

1616. — Faust Veranzio propose de placer sur des bateaux remorqueurs des rames à roues, qui seront mues par le courant des fleuves. (*Machinæ novæ Fausti Verentii Siceni.*)

1687. — Du Quet, après des expériences faites au Havre et à Marseille, propose à l'Académie des sciences la construction d'un bateau à rames tournantes. (*Machines et inventions approuvées par l'Académie des sciences,* t. Ier, p. 173.)

1690. — Publication du mémoire de Denis Papin, sur la possibilité d'appliquer sa machine à vapeur à faire tourner des roues qui donneront une plus grande vitesse au bateau, que celle qu'il reçoit de l'action des rames ou du vent. (*Acta eruditorum* de Leipzig. — *Recueil de diverses pièces touchant quelques nouvelles machines,* par D. Papin, publié à Cassel. Estienne, libraire 1695.)

1707. — D. Papin descend la Fuelda jusqu'à Münden, avec le bateau à vapeur qu'il a fait construire. (*Principales découvertes scientifiques et modernes,* par L. Figuier, 1849, p. 97. — *Bulletin de la Société de l'histoire du protestantisme français,* t. Ier, p. 198.)

1735. — Vayringe, horloger français, publie le plan d'un bateau à vapeur. (*Constitutionnel,* 14 juin 1840.)

1736. — Jonathan Hulls prend un brevet pour appliquer la machine à vapeur de Newcomen au remorquage des navires à l'entrée et à la sortie des ports. Son projet impraticable tombe dans l'oubli. En Angleterre, on revendique pour Jonathan Hulls, le mérite de la première idée de la navigation par la vapeur. La prétention est basée sur la proposition faite par ce mécanicien, de convertir le mouvement rectiligne de va et vient de la tige du piston, en un mouvement de rotation continu, au moyen de la bielle et la manivelle. (*Histoire de la machine à vapeur,* par R. Stuart; *traduction publiée en France,* librairie Malher, 1827, p. 133.) La proposition de Papin étant datée de 1690, et la construction de son bateau, mû par la machine atmosphérique dans laquelle la vapeur sert à faire le vide, ayant été terminée en 1707, la priorité réclamée pour l'ingénieur français est indiscutable. (*Éloge de J. Watt,* par F. Arago; *Annuaire du Bureau des longitudes,* 1837.)

1740. — Le comte de Saxe fait construire une galère, contenant un mécanisme, à l'aide duquel des chevaux font tourner les roues qui donnent le mouvement de propulsion. (*Machines et inventions, approuvées par l'Académie des sciences,* t. VI, p. 41.)

1752. — Lancement d'un bateau à rames mécaniques, à Pirna, sur l'Elbe. (*Journal de Verdun,* juin 1752, p. 459.)

1753. — L'abbé Gauthier fait connaître à l'Académie un moyen de son invention pour transformer le mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement circulaire continu, sur des roues propulsives qui remplaceront les rames et le vent pour faire marcher les vaisseaux. (*Mémoire de la Société royale de Nancy,* t. III, p. 251. — *Année littéraire de Fréron,* t. VI, p. 93.)

1753. — Daniel Bernouilli, savant hollandais, remporte le prix mis au concours par l'Académie des sciences de Paris sur cette question : Suppléer à l'action du vent pour faire marcher les navires. Son système consiste à refouler de l'eau à l'arrière, sous la quille du bateau et dans une direction convenable au moyen de pompes; la réaction de l'effort de refoulement, agissant sur les corps de pompe fixés au navire, fera avancer celui-ci. (*Machines et inventions approuvées par l'Académie.*)

1759. — Génevois, ecclésiastique du canton de Berne, se livre à des expé-

riences sur le système de propulsion palmipède, qui consiste en un mécanisme disposé comme les pattes palmées des oiseaux aquatiques. (L. Figuier, *Principales découvertes*, t. Ier, p. 239.)

1768. — Paucton, ingénieur français, imagine de placer à l'arrière du bateau, sous la quille, des *ptécophores* ou hélices horizontales, dont les résultats seraient préférables à ceux obtenus avec les rames. (L. Figuier.)

1773. — Expériences du comte d'Auxiron sur la Seine, avec un bateau muni d'une machine à feu; elles n'ont aucun résultat intéressant, mais elles préparent Jouffroy pour des recherches et des applications importantes. (*Annales de l'industrie française et étrangère*, décembre 1822.)

1775. — C. Perrier, confident des idées du marquis de Jouffroy, prend l'avance sur ce dernier, et fait naviguer sur la Seine un bateau à vapeur. L'installation mal conçue et mal établie, l'insuffisance de la force appliquée conduisent Perrier à un échec complet. (*Essai sur les machines hydrauliques*, par le marquis Ducrest. Paris, 1777.)

1776. — Guyon de la Plombière expérimente un bateau qu'il a fait construire sur ses plans : le moteur est la vapeur, le propulseur est la roue à aubes. Insuccès. (*Dictionnaire de l'industrie*, t. Ier, p. 364.)

1776. — L'Américain Bushnell se sert d'une vis, placée horizontalement sous la quille, pour faire marcher un bateau plongeur, dont il est l'inventeur; d'une deuxième vis, placée horizontalement au dessous du bateau, pour le tenir immergé à la profondeur désirable. (L.F.)

1776. — Premier essai du marquis de Jouffroy; il fait naviguer sur le Doubs un bateau à vapeur de grande dimension, le propulseur est du système palmipède. Les résultats ne sont pas décisifs, mais ils promettent réussite au persistant et ingénieux inventeur. (L. F.)

1780. — L'abbé d'Arnal fait des expériences intéressantes sur la navigation à vapeur. (*Journal des Débats, du 24 messidor, an IX. — Mémoires couronnés de l'Académie de Bruxelles*, t. III, p. 38.)

1783. — Jouffroy accomplit plusieurs fois le trajet de Lyon à l'île Barbe, sur la Saône, avec son bateau muni d'une machine à vapeur à simple effet à deux cylindres, faisant mouvoir deux roues à aubes.

Le 1er novembre 1840, d'après le rapport de M. Cauchy, l'Académie des sciences, section de mécanique, a constaté solennellement que l'invention des bateaux à vapeur appartient au marquis de Jouffroy.

1784. — Miller de Dalwinston, après avoir publié une description de ce qu'il appelait *un triple bateau*, qu'il se proposait de faire marcher par la vapeur, tente plusieurs expériences de navigation fluviale avec *un double bateau*, muni d'une seule roue au milieu. Ce bateau aurait fait même un voyage sur mer. Résultat définitif : Insuccès. (Buchanan, *Traité sur les bateaux à vapeur*.)

1784. — Deux Américains, Fitch et James Rumsey, proposent au général Washington un navire à vapeur, capable d'une marche régulière et soutenue. Le propulseur consiste en des rames ordinaires, disposées en pales verticales. La vitesse obtenue est à peine de trois nœuds. (Stuart.)

1787. — Fitch construit un second bateau, qui navigue sur la Delaware avec une vitesse de cinq nœuds. Les dérangements fréquents de la machine à vapeur font abandonner l'entreprise. (Stuart.)

1787. — Rumsey, venu à Londres, y fait construire deux bateaux, qui sont essayés sur la Tamise; les résultats ne sont pas satisfaisants; l'intimité et la conformité des goûts de Rumsey et de Fulton font supposer que ce dernier reçut de son compatriote les indications qui le conduisirent plus tard au succès. (L. Figuier.)

1790. — James Watt construit la chaudière dite à tombeau, qui, pendant plus de quarante ans, est restée le type le mieux réussi. (Stuart.)

1794. — William Lyttleton essaye, mais sans succès, un propulseur marin, composé de trois spirales enroulées sur un cylindre. Celui-ci reçoit son mouvement par une corde sans fin et une grande roue. (L.F.)

1799. — Livingston, qui a obtenu de l'Etat de New-York un brevet de vingt ans, s'il peut présenter un bateau à vapeur faisant quatre milles à l'heure, ne peut accomplir ce progamme. C'est la prolongation de son brevet qui sert à Fulton, en 1807, à trouver l'argent dont il avait besoin pour construire le navire à vapeur, qui le premier navigua avec rapidité et sécurité. (Stuart, *Machine à vapeur*, p. 252.)

1803. — Un brevet est pris en France par Ch. Dalley, pour employer les hélices à la navigation. Le système breveté consiste en deux hélices de différents pas, agissant l'une à l'avant, l'autre à l'arrière du navire. La transmission de mouvement du moteur aux propulseurs a lieu au moyen de deux cordes sans fin. (L. Figuier, cité plus haut.)

1803. — Fulton et Desblanc cherchent à remplacer les roues à aubes par deux chaînes sans fin, munies de palettes. Insuccès. Fulton fait une première expérience avec un propulseur à roues. (*Recueil polytechnique des Ponts-et-chaussées, an XI*, t. Ier.)

1804. — Proposition de Fulton au gouvernement français, de construire un navire à vapeur pouvant marcher contre le vent et la mer. Deux essais malheureux ou mal appréciés font repousser les propositions. (Stuart.)

1804. — John Stevens, en Amérique, emploie une machine à vapeur rotative à faire mouvoir une hélice en forme d'ailes de moulin à vent. Insuccès. Il remplace la machine rotative par la machine à balancier, de Watt; l'insuccès cette fois est dû à l'insuffisance de la quantité de vapeur fournie par la chaudière. (L. Figuier.)

1804. — A. Woolf invente la machine à deux cylindres pour utiliser la détente de la vapeur. C'est d'après la machine de Woolf que l'on construit actuellement les nouvelles machines de navigation à trois cylindres. (Stuart, p. 268.)

1807. — Réussite complète de Fulton, en Amérique : son bateau à vapeur à roues mises en mouvement par une machine de vingt chevaux, construite en Angleterre dans les ateliers de Boulton et Watt, accomplit une traversée de 120 milles en 30 heures. A dater de cette époque, le problème est complétement résolu.

1822. — Cavé construit dans ses ateliers, à Paris, les nouvelles machines oscillantes de navigation. Les bateaux *le Commerce* et *l'Hirondelle* naviguent sur la Seine.

1823. — Le capitaine de génie Delisle prouve, par un calcul bien établi, que la vis offre des moyens de propulsion supérieure à ceux fournis par les roues. Il propose l'emploi d'une hélice propulsive à cinq filets maintenus sur deux couronnes, et dont la partie centrale est évidée. Il propose également la construction d'un grand navire de guerre mû par la force de la vapeur. Ces propositions n'ont aucune suite. (L.F.)

1824. — Bourdon prend un brevet en France, pour une hélice à pas croissant. (L.F.)

1827. — Ch. Cummerow propose de placer l'hélice dans une cage découpée dans le massif arrière du bâtiment. (L.F.)

1828. — Cavé construit les premières roues à pales mobiles; — Morgan prend plus tard un brevet, en Angleterre, pour le système sensiblement modifié. (Bataille et Julien, *Machines à vapeur*.)

1829. — Séguin, ingénieur français, invente la chaudière multitubulaire, ce

qui permet de réaliser complétement les espérances que l'on avait conçues de l'application de la vapeur à la locomotion terrestre et à la navigation maritime ; les locomotives trouvent dans la chaudière tubulaire une production abondante de vapeur, elle est peu volumineuse et d'un poids beaucoup moins grand que celles en usage précédemment. Le même bénéfice est acquis à la navigation fluviale et maritime. (L.F.)

1832. — Frédéric Sauvage, constructeur de machines à Boulogne-sur-Mer, après avoir pris un brevet d'invention pour une hélice pleine, appliquée à la propulsion des bâtiments sur mer, fait l'essai de son système sur un petit bateau modèle, en présence de plusieurs personnes dont l'attestation confirme les promesses de l'inventeur. Frédéric Sauvage échoue dans toutes ses tentatives pour faire prévaloir ses idées. — (*Batailles de terre et de mer*, par le contre-amiral comte Bouët-Willaumez, 1855, page 411).

1836. — L'Américain John Ériesson prend une patente pour une hélice évidée portant des portions de spirales, absolument comme l'hélice proposée par le capitaine Delisle, en 1823. On oublie en Amérique de faire remonter à qui de droit cette invention, et l'hélice évidée prend le nom d'hélice Ériesson. (Comte Bouët-Villaumez.)

1836. — Quatre années après la prise de brevet de Sauvage et l'essai de son petit modèle de navire, Smith prend en Angleterre une patente pour une vis d'Archimède à deux pas complets, placée dans une cage à l'arrière du navire. En 1838, après deux années d'essais infructueux, le hasard fait connaître à Smith, à la suite de la rupture d'une portion de la spire d'une hélice, qu'il y a avantage à n'employer qu'une fraction de pas. — Le bâtiment *l'Archimède* de 237 tonneaux, mû par une hélice ne comprenant qu'une fraction de surface hélicoïdale, atteint une vitesse de 10 nœuds. — Le problème est désormais résolu. (L.F.)

1844. — Proposition du capitaine Labrousse, aujourd'hui vice-amiral, d'un plan de vaisseau à vapeur portant 100 canons, mû par une machine à vapeur de 1000 chevaux nominaux, mettant en action une hélice amovible, dans un puits de remontage ménagé à l'arrière du bâtiment (*Revue générale de l'architecture et des travaux publics. Année* 1843. — Article *Propulseur sous-marin. — Batailles de terre et de mer*, par le contre-amiral Bouët-Willaumez, page 413).

1842. — Invention de la machine à vapeur d'éther et à vapeur d'eau et d'éther, par M. Du Tremblay. Plusieurs navires munis de machines de ce système font le service des paquebots entre Marseille et le Brésil. Vers l'année 1860 on renonce à son application.

1843. — Invention de la machine à vapeur de chloroforme, par M. le lieutenant de vaisseau Delafond. Essais peu réussis à bord de l'aviso *le Galilée*.

1847. — Plan et mémoire adressés au ministre de la marine, par M. Dupuy de Lôme, ingénieur (aujourd'hui directeur du matériel de la marine), pour la construction d'un vaisseau à hélice à grande vitesse armé de 90 bouches à feu.

1852. — Brillants résultats obtenus par le vaisseau *Napoléon*, construit d'après les plans de M. Dupuy de Lôme, et sous sa direction. Première application d'une machine à vapeur de 1000 chevaux à la navigation : le *Napoléon* est poussé par une force de 2000 chevaux de 75 kilogrammètres, développée par une machine à quatre cylindres et à transmission à engrenages, construite par M. Moll, ingénieur de la marine à Indret.

1855. — Apparition des premiers navires cuirassés à vapeur, conçus par l'Empereur Napoléon III pendant la guerre d'Orient ; ce sont des batteries flottantes destinées seulement à l'attaque des places fortes maritimes. (*Notice sur les travaux scientifiques de M. Dupuy de Lôme*. Paris 1866).

1859. — Mise à l'eau de la première frégate cuirassée *la Gloire*, construite d'après les plans de M. Dupuy de Lôme. Réussite complète de ce nouveau type de bâtiment destiné à naviguer et à combattre.

1861. — Application en Amérique d'une machine à air chaud inventée par Éricsson. Le bâtiment qu'elle fait mouvoir ne peut atteindre une vitesse satisfaisante.

§ 2. — Conditions générales que doivent remplir les machines de navigation.

Des faits acquis jusqu'à ce jour, on peut déduire les conditions que doit remplir une machine à vapeur marine, pour être capable de satisfaire aux exigences de son emploi spécial. L'erreur serait de croire que les appareils à feu en service dans l'industrie ou affectés à la locomotion terrestre, n'ont pas à faire exemple pour la construction et l'établissement de ceux destinés à la navigation. Les principes de fonctionnement sont identiquement les mêmes dans les deux cas, et l'analogie dans les dispositions du mécanisme est suffisamment rapprochée pour reporter d'un système à l'autre les améliorations indiquées par la pratique ou déduites de l'observation éclairée par la science. En se plaçant à ce point de vue, on est conduit à conclure que plus une machine de navigation se rapprochera du meilleur type de machine fixe, mieux elle satisfera aux conditions spéciales qu'elle doit remplir.

Les meilleurs résultats donnés par les machines à vapeur de terre soit comme économie de combustible, soit comme régularité de travail, caractérisent le type à *haute pression*, à *détente prolongée*, à *condensation*, à *grande course* à *petite vitesse du piston*, et dont la chaudière est capable de fournir *plus* de vapeur que la quantité nécessaire à la marche constante sous la plus grande allure.

Par contre, la machine à *haute pression*, *sans détente* et *sans condensation* à *petite course* et à *grande vitesse de piston*, alimentée de vapeur par une chaudière n'en fournissant que le volume nécessaire à la marche normale, a donné le moins de travail utile avec une plus grande dépense de combustible.

En conséquence, une machine marine doit être établie, autant que possible, dans les limites du premier programme.

L'énumération des conditions spéciales qu'elle doit remplir se résume comme il suit [1] :

Établir un tuyautage très-simple et nécessitant le moins possible d'aboutissants à l'extérieur du navire.

Diviser l'appareil en deux machines identiques en tous points, agissant sur le même arbre, à moins que l'on n'adopte la machine de Woolf. Dans ce cas, trois cylindres sont préférables à deux. Pour les machines de grande puissance, pour les appareils au-dessus de 300 chevaux de force, un cylindre à pleine vapeur et un cylindre à détente satisfont à la régularité de rotation des manivelles et à l'équilibre de la poussée sur l'arbre moteur.

Disposer les organes de mouvement et les récipients d'eau ou de vapeur, de manière à pouvoir marcher avec une seule machine.

Donner un peu plus de surface de section aux pièces fixes et mobiles que celle que l'on donne habituellement aux machines de terre, de même puissance, et travaillant avec la même pression.

Établir l'appareil sur une seule plaque de fondation, préférablement à deux plaques, afin de mieux éviter les dérangements du parallélisme de l'ensemble.

1. Voir *Traité des Machines à vapeur*, par J. Gaudry. Le *Guide du chauffeur*, par Grouville, le *Traité élémentaire des Machines à vapeur*, 3e édition, par M. Ortolan.

Supprimer les points d'appui des bâtis sur les parties hautes de la muraille du bâtiment, à moins qu'il n'y ait nécessité absolue de contretenir ces parties de l'appareil, comme dans le cas des machines à balancier et des machines oscillantes. Il est alors prudent d'installer les choses de telle manière, que l'on puisse à volonté allonger et raccourcir les étais ou les entretoises.

Éviter le contact du fer avec le cuivre dans les parties exposées à une humidité permanente, ou immergées dans l'eau salée froide ou chaude. L'effet galvanique amène promptement l'oxydation profonde du fer.

Ne pas charger les coussinets au delà de 75 kilogrammes par centimètre carré de surface mesurée par la projection en plan horizontal du demi-coussinet; ne pas leur donner une plus grande longueur que deux fois le diamètre de la partie de l'arbre qu'ils supportent.

Éloigner autant qu'il est possible les cylindres à vapeur du condenseur, afin d'éviter le refroidissement de la vapeur dans les premiers de ces récipients, ou, tout au moins empêcher cet effet pernicieux de se produire, en garnissant les cloisons de séparation avec des corps peu conducteurs de chaleur.

Placer la pompe à air en contre-bas du condenseur pour qu'elle épuise plus facilement et plus complétement l'eau de la condensation et de l'injection.

Placer le tiroir préférablement sur le cylindre que sur l'un de ses côtés : l'application étanche des barettes sur la table est plus facilement obtenue et se maintient mieux pendant le fonctionnement.

Donner à *chaque* pompe alimentaire une puissance d'alimentation qui puisse satisfaire à la dépense des chaudières en activité.

Par la longueur des grandes bielles, diminuer autant que possible l'angle de frottement sur les glissières et sur le tourillon de la manivelle.

Disposer les différents mécanismes de manœuvre à la main du tiroir, des registres de vapeur et d'injection, de la détente variable, de telle sorte que l'appareil puisse être mis en marche en moins de 30 secondes et puisse être stoppé instantanément, pour ainsi dire; grouper les leviers de manœuvre de ces différents organes à la portée du mécanicien, et de manière qu'un seul homme puisse manœuvrer une machine de 100 chevaux, par exemple, et qu'un appareil de grande puissance n'exige pas plus de quatre hommes pour être mis en marche.

Ne pas dépasser 700 kilogrammes de poids par cheval nominal pour les machines à hélice, et 1200 kilogrammes pour les machines à balancier et à roues.

Ménager l'encombrement de l'ensemble, tout en laissant assez d'espace entre les pièces fixes et les pièces mobiles pour en permettre la surveillance en marche et faciliter le démontage des parties à visiter fréquemment.

Placer des freins de serrage sur les boulons et les clavettes susceptibles de se desserrer pendant la marche.

Adopter une même dimension d'écrou et un même pas de vis pour tous les boulons de même diamètre.

Nous n'entrerons pas, quant à présent, dans de plus longs détails sur les conditions générales à remplir par les appareils dont il s'agit; de la critique des différents modèles que nous aurons à décrire ressortiront les indications complémentaires. La comparaison des résultats obtenus à l'emploi, fournira l'occasion d'indiquer les meilleurs moyens connus de faire arriver à la solution finale : solidité, légèreté, économie, régularité de marche.

(*La suite au prochain fascicule.*) A. ORTOLAN.

HORLOGERIE

DANS TOUTES SES PARTIES

Y COMPRIS LES HORLOGES ÉLECTRIQUES,

PAR M. **J. BERLIOZ**,

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR.

ARTICLE PRÉLIMINAIRE.

L'horlogerie est un art, ou pour mieux dire, une science qui, sous un titre modeste et dans un cadre restreint en apparence, touche à ce qu'il y a de plus important et de plus usuel dans la vie.

Non-seulement l'horlogerie s'applique à la *mesure du temps*, et, par suite, à la reproduction des mouvements qui animent les différents corps célestes ; mais encore elle est employée à réaliser certains problèmes qui découlent de ses différentes applications.

C'est assurément une étude intéressante que de rechercher comment se sont accomplis les progrès qui ont conduit cette science au point où elle est aujourd'hui. En effet, il y a loin de la *clepsydre* antique au chronomètre moderne, dont les variations diurnes n'excèdent pas des fractions de seconde.

Cette étude, trop longue pour le sujet actuel, pourra prendre place dans un ouvrage spécial ; mais néanmoins, avant de faire aborder au lecteur les descriptions de ces machines, perfectionnées comme la civilisation et l'industrie ont su les faire, il paraît utile de passer rapidement en revue ce qui a été essayé à des époques antérieures.

Cet examen préalable fournira des points de comparaison pour apprécier le progrès.

Tout en évitant des détails techniques trop arides, nous aurons soin d'expliquer clairement, soit par des descriptions, soit par des figures, les mécanismes dont il sera parlé dans le cours de ces études.

Sans aucune distinction de la nationalité ni de la personne des Exposants, nous procéderons d'après les divisions suivantes :

1° HORLOGERIE A L'USAGE CIVIL ET SES APPLICATIONS ÉLECTRIQUES. — *Horloges de clochers, chemins de fer, établissements publics ; pendules d'appartement ; réveils ; pièces de voyage ; montres ;* etc., etc.

2° HORLOGERIE DE PRÉCISION. — *Régulateurs et pendules astronomiques ; montres marines ; chronomètres portatifs ;* etc., etc.

3° HORLOGERIE APPLIQUÉE AUX SCIENCES. — *Astronomie ; cosmographie ; physique ; chronoscopes ; compteurs ; moteurs divers ; musiques mécaniques ;* etc., etc.

4° OUTILLAGE. — *Procédés de fabrication ; statistique industrielle ; renseignements divers.*

§ 1er. Historique de l'horlogerie.

Les moyens employés dans l'art de mesurer le temps sont de deux espèces :

La partie pratique, résultat d'une adresse industrielle à laquelle l'art fut longtemps réduit ;

La science physique et mathématique qui, secondée par une main-d'œuvre plus habile, lui a procuré la haute perfection des temps modernes.

Les deux plus anciennes méthodes de mesurer le temps ont dû s'établir par l'observation de la marche apparente du soleil et du changement des phases lunaires, origine antique de la semaine.

L'invention des *cadrans solaires* remonte à une très-haute antiquité. Chez les Chaldéens et à Babylone on en trouve des traces qui indiquent une science profonde de la gnomonique, basée sur l'astronomie.

Les *gnomons*, proprement dits, ces colossales aiguilles de granit transportées avec tant de peines d'Égypte en Europe, étaient, dans ces contrées antiques, et sont encore dans la Chine, des instruments d'astronomie propres à faire connaître la hauteur solsticiale du soleil.

Mais, leur usage étant fréquemment interrompu par les nuages, il fallut recourir à un autre moyen, indépendant du cours des astres.

Les *clepsydres* (horloges d'eau) furent d'abord inventées. C'étaient des vases d'où le fluide, s'échappant goutte à goutte, indiquait par son écoulement celui du temps, — soit simplement par l'abaissement de son niveau, soit à l'aide d'autres moyens combinés, tels que des roues à *auges* ou des roues *dentées*; dont l'invention est également fort ancienne.

Le *sablier* dut venir ensuite; mais son origine ne paraît pas, à beaucoup près, aussi reculée.

Platon apporta un perfectionnement à la *clepsydre*; il combina une horloge d'eau, qui indiquait les heures de la nuit par le son d'une flûte.

L'inventeur des *roues dentées* est inconnu. Que ce soit Archimède, Ctésibius ou Posidonius, il est certain que cette découverte immortelle a été le fondement de tout ce qu'ont pu réaliser en progrès les génies des siècles ultérieurs.

A partir de ce moment, nous voyons les machines horaires se compliquer et devenir dignes d'attention.

Vers l'an 490, Théodoric, roi des Goths, envoie à Gondebaud, roi de Bourgogne, une horloge qui, outre la mesure simple du temps, représentait encore les mouvements célestes. A l'instrument était joint un artiste capable de le gouverner.

En 809, Haaroun-al-Raschild fait cadeau à Charlemagne d'une horloge de laiton, dans laquelle des balles d'airain tombant sur un timbre sonnaient les heures. Cette horloge avait aussi des figures mouvantes et plusieurs effets astronomiques.

En 1322, Richard de Wallingford, abbé de Saint-Alban, en Angleterre, fait la première horloge construite sur le principe de celles d'aujourd'hui. Le *balancier* ainsi que la *roue d'échappement* venaient d'être inventés en Allemagne.

En 1370, Charles V, roi de France, appelle à sa cour l'Allemand Henry de Vic, et lui confie la construction de la première horloge publique, connue en Europe : c'est celle du Palais de Justice (restaurée en 1866).

Voilà l'horlogerie sortie de l'état rudimentaire; aussi, la main-d'œuvre se perfectionne rapidement; on songe à faire de petites machines horaires portatives.

Les artistes de Nuremberg y parviennent les premiers. Sous le règne de Charles IX apparaissent, en France, de petites horloges de forme ovoïde, que la mode à Paris nomma aussitôt *œufs de Nuremberg*.

Le moteur de ces nouveaux mécanismes était un *ressort d'acier*, plié en spirale (son invention pouvait dater du seizième siècle); une première roue dentée, adaptée au *barillet*, transmettait le mouvement au reste du rouage.

COMITÉ FRANÇAIS ... L'ÉTRANGER N° 413 BIBLIOTHÈQUE

La force motrice étant très-inégale en raison de la plus ou moins grande tension du ressort, les chercheurs, avides de la perfection, trouvèrent la *fusée*, invention savante que nos plus habiles contemporains emploient encore aujourd'hui dans leurs meilleurs ouvrages.

Les vibrations d'un *balancier*, rond dans les montres et droit (c'est-à-dire avec deux branches diamétralement opposées) dans les horloges, furent longtemps le seul moyen, bien imparfait, de modérer la marche de ces machines.

Les deux branches du balancier des horloges étaient chargées chacune d'un poids réglant; et, le tout suspendu par un double cordon qui se tordait et se détordait alternativement, portait le nom d'échappement à *Folliot*.

Ce fut vers la fin du XVIe siècle que l'on appliqua à l'horloge un nouvel organe, d'une régularité bien supérieure : le *pendule*, découvert en principe par Galilée.

Enfin vint HUYGHENS, dont le génie et l'habileté tirèrent tout à coup l'horlogerie des ornières de la routine, des incertitudes du tâtonnement, et en firent une véritable science.

Cet éminent géomètre hollandais appliqua à l'horloge le *pendule* de Galilée, et publia la description de ce nouveau régulateur dans un ouvrage latin dédié à Louis XIV.

Bientôt après, il adapta à la suspension du pendule, les *courbes cycloïdales*, propres à rendre absolument égales en durée les grandes et petites oscillations (à produire ce que l'on appelle l'Isochronisme).

L'application savante et ingénieuse des propriétés de cette *courbe* comportait malheureusement, en pratique, des inconvénients qui forcèrent de l'abandonner plus tard; mais elle amena du moins la découverte de la régularité très-rapprochée, jusqu'alors inaperçue, et de l'identité des oscillations par de petits arcs de cercle, avec les oscillations de même étendue dans la cycloïde. Huyghens procura ainsi un moyen d'exactitude dont on use encore aujourd'hui, et qui, comme bien des découvertes simples mais utiles, aurait peut-être échappé longtemps à l'invention.

Huyghens fournit aussi un sérieux perfectionnement à la montre portative, en appliquant à son balancier le *Spiral* (ou petit ressort roulé sur lui-même), qui en régularise les vibrations.

La priorité de cette invention fut revendiquée par le docteur HOOK, professeur d'astronomie au collége de Gresham, ainsi que par l'abbé HAUTEFEUILLE, en France; mais l'idée du premier était un ressort *droit;* celle du second, un ressort *plié en ondes* sur sa longueur.

Huyghens perfectionna radicalement ces deux idées, en donnant à son ressort la forme spirale, répétée par plusieurs tours, la seule parfaitement convenable, et qui a toujours été conservée jusqu'à présent, dans les meilleures pièces à l'usage civil.

Ce grand homme inventa aussi le *remontoir d'égalité* des horloges à pendule; le *curseur* réglant du pendule; la méthode géométrique pour trouver le centre d'*oscillation* ou de percussion du pendule; le *pendule paraboloïde* trop peu connu.

On lui doit encore la première application des horloges à la connaissance des *longitudes* en mer; les principes de la force centrifuge; l'influence mutuelle de deux pendules, sans contact ni communication mécanique; le premier planisphère des temps modernes, etc., etc.; — recherches savantes, pleines de sagacité, et sur lesquelles se trouve établie aujourd'hui presque toute la perfection de l'horlogerie.

La voie est désormais frayée, les bases de la science largement établies :

aussi, le XVIIe siècle voit l'horlogerie recevoir de nombreuses et rapides améliorations :

Clément, horloger de Londres, invente l'échappement dit à *ancre* et à *recul*.

D'autres artistes imaginent de nouveaux échappements; perfectionnent la suspension du pendule; déterminent le principe géométrique des engrenages.

Les montres à *répétition* apparaissent; des combinaisons ingénieuses fournissent l'*équation* du temps (la comparaison du temps *vrai* et du temps *moyen*).

Graham, savant horloger anglais, invente l'échappement à *cylindre* pour les montres; l'échappement à *ancre et à repos* pour les horloges : il compose une *compensation* du pendule par l'emploi du *mercure*.

Julien Leroy et son fils Pierre Leroy, auquel sont dus l'*échappement libre* et l'*isochronisme du spiral;* Lepaute, Ferdinand Berthoud portent au plus haut point la perfection de l'horlogerie française. Leurs savantes recherches se dirigent surtout vers la construction des montres marines ou *chronomètres*, et vers la combinaison des horloges à pendule, appelées *régulateurs*, à cause de leur extrême précision.

Après eux, Bréguet, Lépine, Louis Berthoud, Motel, Paul Garnier, Henry Robert, Redier, Vérité, Rodanet, Wagner et toute une pléiade d'artistes éminents ont maintenu dignement les savantes traditions de la chronométrie, en France. Ce sont les travaux de ces contemporains qui ont perfectionné à la fois la main-d'œuvre, l'outillage et les délicats mécanismes aujourd'hui répandus dans le commerce.

On ne peut se défendre d'un légitime orgueil national, quand on songe que ces illustres chercheurs ont travaillé, surtout pour l'amour de l'art, sans être stimulés par les puissants encouragements que l'Angleterre offrait à ses artistes.

En effet, la Grande Bretagne dépensa plus d'un million de francs en prix et encouragements pour le succès des *montres marines*, tandis que la France, agitée et obérée, n'y employa qu'à peine 150,000 francs.

Pour être juste, il faut rendre hommage au génie d'Harrison, dont la première montre marine remporta le grand prix de 150,000 francs, décerné par le gouvernement anglais; d'Arnold, d'Earnshaw, qui créèrent chacun un *échappement libre*, portant aujourd'hui leur nom; du savant et habile Jurgensen, horloger danois, dont les chronomètres ont été prodigieux de régularité.

Il faut aussi accorder à la Suisse une large part d'éloges.

Il faut dire, en résumé, que les travaux sur l'horlogerie de *précision* ont aujourd'hui le cachet d'œuvres sérieuses, produisant de sérieux résultats.

§ 2. Technologie de l'horlogerie.

On le conçoit, nous ne pouvons offrir ici qu'une esquisse très-rapide et superficielle, autrement nous tomberions en plein traité sur la matière.

Il suffira de familiariser le lecteur avec la langue parlée dans l'horlogerie; avec ses principaux mécanismes, qui servent de bases à l'industrie actuelle; avec les principales données qui président à la composition ou la fabrication des machines propres à mesurer le temps.

Ceux de nos lecteurs qui voudraient se procurer des notions plus approfondies, trouveront, dans l'excellent *Dictionnaire des arts et manufactures*, par M. Laboulaye (3e édition, 1866), des articles fort complets, aux mots chronomètre, engrenages, horlogerie, mécanique, etc., etc.

Ceci posé, entrons en matière.

Tout mécanisme ou *mouvement* d'horlogerie se compose de quatre éléments :

1° Le MOTEUR (*poids*, *ressort* ou *électricité*) ;

2° Les organes intermédiaires du mouvement, c'est-à-dire les ROUAGES ;

3° Le système qui modère l'écoulement de la force motrice, c'est-à-dire l'ÉCHAPPEMENT ;

4° Le RÉGULATEUR qui distribue, en parties égales, le mouvement de la machine, c'est-à-dire le *pendule*, le *balancier* (et leurs accessoires).

Voyons successivement quel est l'emploi de ces éléments.

Tout le monde sait à peu près ce qu'est une horloge, une pendule ou une montre ; mais généralement on ignore les fonctions réciproques des organes qui composent ces intéressantes machines, et les noms de ces divers organes.

Pourtant il s'agit ici de mécanismes très-peu compliqués et faciles à comprendre, ainsi qu'on va en juger.

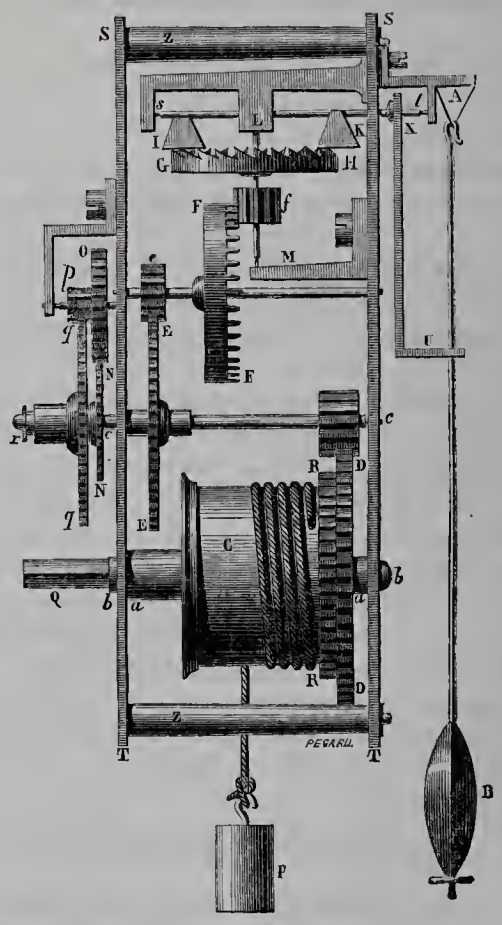


Fig. 1.

Les figures 1, 2, représentent le *mécanisme* complet d'une HORLOGE ou d'une PENDULE (qu'on appelle aussi *mouvement*). P (fig. 1.) est un *poids* suspendu par une *corde* qui s'enroule sur le *cylindre* ou *tambour* C; ce *cylindre* est fixé sur l'*axe a a* dont les *pivots b b* roulent dans des trous faits aux *platines* T S, T S. Les *platines* sont deux plaques de cuivre assemblés par quatre *piliers* ZZ; cet assemblage s'appelle *cage*.

L'action du *poids* P tend à faire tourner le *cylindre* C, en sorte que, s'il n'était

pas retenu, sa vitesse de rotation se ferait par un mouvement accéléré, semblable à celui du *poids* P s'il tombait librement.

Mais le *cylindre* porte une roue RR dentée à *rochet*, le devant de ces dents arcboute contre un *cliquet* fixé à la *roue* DD, comme on le voit dans la fig. 2; par conséquent l'action du poids entraîne cette *roue* qui est la première de l'*engrenage*.

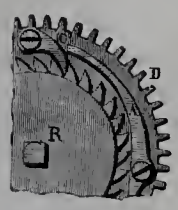


Fig. 2.

Les *dents* de cette roue pénètrent ou *engrènent* dans celles du *pignon d*, sur l'axe duquel est fixée la roue EE.

Celle-ci engrène avec le pignon *e* qui porte la roue FF, dite *roue de champ* à cause de sa denture particulière, laquelle engrène avec le pignon *f* sur l'axe duquel est fixée la roue G H dite roue *de rencontre* ou d'*échappement*, et qui est la dernière de l'engrenage.

Finalement, la *force motrice* engendrée par l'action du *poids moteur*, est transmise, au moyen de l'engrenage, à la pièce IK qui communique elle-même sa force à la pièce A B, par le moyen de la branche U X dite *fourchette*.

On appelle *pendule* cette pièce A B, dont le crochet, situé en A, est suspendu au fil désigné par la même lettre.

Le *pendule* A B peut décrire, oscillant sur le centre A, des arcs de cercle, en allant ou revenant alternativement sur lui-même. Si donc on écarte ce pendule de la position verticale, la pesanteur de la *lentille* B le fera revenir sur lui-même, et il continuera ses *oscillations* si son mouvement est entretenu ainsi qu'on va le voir.

Les dents de la roue de *rencontre* G H agissent sur les *palettes* I K (dont l'axe est mobile sur pivots *s t*) de telle façon qu'après qu'une dent H a imprimé sa force sur la *palette* K, celle-ci, en fuyant devant elle, permet à cette dent de *s'échapper;* alors la dent G, diamétralement opposée, agit à son tour sur la *palette* I, l'écarte de même, et s'échappe ensuite.

Ainsi chaque dent de la roue d'*échappement* pousse alternativement devant elle les palettes, et, mettant par suite le pendule en mouvement, entretient la marche du mécanisme.

La roue E E dite roue *de centre* fait une révolution par heure. Son pivot *c* passe à travers la platine, il est prolongé jusqu'en *r* : sur ce pivot entre à *frottement juste* un *canon* qui porte la roue N N ; ce canon porte sur son extrémité *r* l'aiguille des minutes (non représentée dans la figure); la roue N engrène dans la roue O, qui, par l'intermédiaire du pignon *p*, commande la roue *q q* : cette dernière roue est portée par un *canon* enfilé à *frottement libre* sur celui de la roue N N; elle fait un tour en douze heures, et porte l'aiguille des heures.

Il suit de ce qui précède :

1° Que le *poids* P fait tourner le *rouage*, et, par ce moyen, entretient le mouvement du *pendule*.

2° Que la vitesse des roues est déterminée par celle des *oscillations* du pendule.

3° Que les roues (et successivement les aiguilles) servent à indiquer les fractions *horaires* du temps divisé par les oscillations du *pendule*.

Ce dernier organe, ainsi que nous l'avons dit, est le *régulateur* du mouvement opéré par l'ensemble du mécanisme.

On nomme *oscillation* le mouvement que fait le pendule pour aller de droite à gauche, ou pour revenir de gauche à droite, lorsqu'il est en mouvement.

On nomme *échappement* l'espèce d'engrenage fuyant que font les dents de la roue G H avec les palettes I K.

On appelle *pièce d'échappement* l'organe I K X U.

Lorsque la corde qui suspend le poids P est entièrement déroulée de dessus le *cylindre* C, on se sert d'une clef pour *remonter* ce poids ; cette clef entre sur le carré Q, et en la tournant du côté opposé à la descente du poids, on enroule de nouveau la corde. Pendant cette opération, le côté incliné des dents du *rochet* R (fig. 2) soulève le cliquet mobile C, et pendant toute l'action du *remontage*, le *rochet* R tourne séparément de la roue D D; mais dès que la clef cesse d'agir, le poids recommence à solliciter le déroulement de la corde en sens inverse; le cliquet C', poussé par son ressort A s'arc-boute contre les dents du *rochet*, et le rend solidaire avec la roue D D qui est entraînée, comme on l'a expliqué précédemment.

Reste maintenant à expliquer comment on détermine la roue E, dont l'axe porte l'aiguille des minutes, à faire une révolution précisément en une heure; et comment on organise la durée de marche de la pendule.

On sait que les vibrations d'un *pendule* sont d'autant plus lentes que ce pendule est plus long.

Celui qui a une longueur de 0,9939 $^{m}/_{m}$ de A en B, fait une vibration par seconde, soit 3,600 par heure; c'est pour cette raison qu'on l'appelle *pendule à secondes.*

Celui qui a une longueur de 0,2485$^{m}/_{m}$, fait deux vibrations par seconde, soit 7200 par heure; on le nomme pendule *à demi-secondes.*

On voit qu'il est nécessaire, pour déterminer les révolutions du rouage, de considérer la vitesse des oscillations du pendule ou régulateur qui en modère la marche.

Supposons donc que le pendule A B fasse deux vibrations par seconde, nous allons voir comment la roue E restera une heure à faire un tour, ce qui dépend du *nombre* des dents des roues et des pignons.

En donnant 30 dents à la roue *de rencontre* G H, elle fera un tour pendant que le pendule accomplira 60 vibrations; car, à chaque tour de la roue, une même dent agit une fois sur la palette I, et une fois sur la palette K, ce qui fait opérer deux vibrations au pendule.

Ainsi, la roue ayant 30 dents, fait faire deux fois 30 vibrations ce qui équivaut à 60. Il faudra donc que cette roue fasse 120 tours par heure, puisque 60 vibrations par elle produites à chaque tour sont contenues 120 fois dans 7200 vibrations que le pendule fait en une heure.

Maintenant, pour déterminer le nombre des dents des roues E, F, et de leurs pignons *e*, *f*, il faut se souvenir qu'une roue fait faire à son pignon un nombre de tours égal au quotient de la division de sa denture par celle du pignon. Par exemple, si la roue E porte 72 dents, et le pignon *e*, six *ailes* (ou dents), le pignon *e* fera 12 tours pour un de la roue, ce qui est évident, car chaque dent de la roue fait avancer une dent de pignon. Ainsi, lorsque le pignon aura avancé de six dents, c'est-à-dire, fait une révolution, la roue n'aura marché que de six dents, c'est-à-dire un douzième de révolution; donc pour que la roue achève son tour entier, il faut qu'il passe encore 66 dents, lesquelles feront onze tours (soit onze fois six dents) au pignon. Ces onze tours, joints à un déja fait, donnent bien 12 révolutions du pignon pour une de la roue.

Par les mêmes raisons, la roue F, ayant 60 dents, et le pignon *f*, 6 ailes, fera faire 10 tours à ce pignon.

Or, la roue F, portée par le pignon *e* fait 12 tours pour un de la roue E; le pignon *f* fait donc 12 fois 10 tours pour un de la roue E, ce qui donne 120.

Mais la roue G qui est portée par le pignon *f*, fait exécuter 60 vibrations au *pendule*, par chaque tour qu'elle opère; cette roue G fait donc faire 60 fois 120

vibrations au *pendule* (soit 7,200) pendant que la roue E fait une révolution; ce qui correspond précisément à une heure.

Le calcul des rouages est analogue dans tous les autres cas.

La roue E, faisant une révolution en une heure, on trouvera facilement combien de temps une pareille machine pourra marcher sans être remontée.

Supposons que la roue D ait 80 dents, et que le pignon *d* en ait 10, ce dernier fera 8 tours pour un de la roue qui, ainsi, mettra 8 heures pour accomplir une révolution. Si donc la corde fait trois tours sur le cylindre C, le poids P restera 24 heures pour descendre; si elle est enroulée de six tours, la descente du poids durera deux jours, et ainsi de suite.

Ordinairement les horloges ou pendules à l'usage civil sont organisées pour marcher 15 jours : pour obtenir ce résultat, on interpose entre le pignon *d* et la roue D D, une autre roue engrenant sur ce pignon *d* et portée sur un autre pignon que commande alors la roue D D. Il sera facile au lecteur de calculer les *nombres* de dents à donner à ce nouveau pignon et cette nouvelle roue, pour obtenir des marches de 8, 15 ou 30 jours, qui sont les plus usitées.

La corde, enroulée sur le cylindre, y fait ordinairement de 7 à 10 tours.

Il suit de là qu'on augmente le temps de marche d'une machine horaire :

1° En augmentant le nombre des dents des roues, ou (en termes techniques), en les *nombrant* davantage.

2° En diminuant le nombre des ailes des pignons.

3° En multipliant les tours de la corde;

4° En employant plus ou moins de *couples* de roues et pignons.

Mais il faut observer aussi, qu'à mesure que l'on augmente le temps de marche d'une machine (le *poids moteur* restant le même), la force communiquée à la roue d'échappement diminue en proportion.

Il nous reste à expliquer les fonctions et les *nombres* des roues qui portent les aiguilles, et dont l'ensemble se nomme *minuterie*.

La roue E, on le sait, fait un tour par heure; la roue NN, que porte son axe prolongé, en fait autant. On sait que le canon de la roue NN porte l'aiguille des minutes. Cette roue a 30 dents, elle engrène dans la roue O, de même *nombre* et de même diamètre. Cette roue O reste donc une heure à faire un tour; elle porte le pignon *p*, qui a six dents, et qui engrène dans la roue *qq*, de 72 dents.

Le pignon *p* faisant 12 tours pour un de cette dernière roue, elle reste 12 heures à opérer une révolution : l'aiguille des heures est fixée sur son canon.

Tels sont les éléments généraux qui constituent le système de toute machine horaire, sauf quelques modifications de détails en ce qui concerne certaines fonctions spéciales ou perfectionnées.

Assez ordinairement on donne pour *moteur* aux pendules de cheminée, un *ressort* dans un *barillet*, au lieu d'une corde sollicitée par un poids.

Les explications relatives à cet organe trouveront place dans ce qu'il nous reste à dire au sujet des MONTRES.

Dans des proportions beaucoup plus petites, les *montres* sont composées, comme les pendules, de roues et pignons; d'un *régulateur*, qui détermine la vitesse de la marche; d'un *moteur*, qui donne le mouvement à la machine.

Seulement, au lieu d'être un pendule, le régulateur est un *balancier* (fig. 3, page suivante, lettres HH);

Au lieu d'être un poids, le moteur est un *ressort* (fig. 4), qu'on enferme (ou enroule) dans un *barillet* (fig. 5, lettre A).

Les *rouages* des montres tournent dans une cage formée par deux platines

rondes et soutenue par quatre piliers, comme dans les pendules. Un autre système, plus moderne, créé par Lépine, a supprimé une des deux platines, et l'a remplacée par des *ponts* spéciaux pour chaque roue. Cette combinaison nouvelle

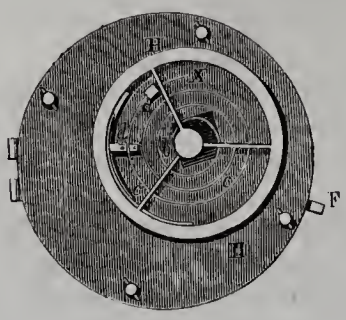


Fig. 3.

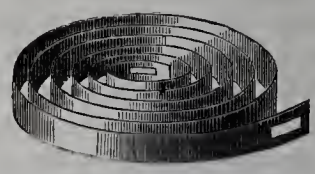


Fig. 4.

a l'avantage de permettre un démontage *partiel* de la machine et de rendre plus faciles les remaniements et ajustements des pièces.

La figure 5 représente la vue en perspective de l'ensemble de la montre, la *petite* platine (fig. 6) étant enlevée; la figure 7 en représente le profil complet.

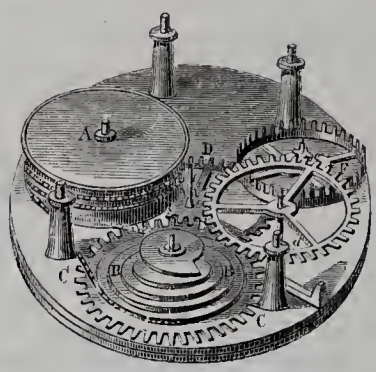


Fig. 5.

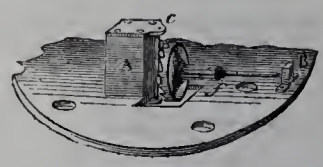


Fig. 6.

Sur la circonférence du *barillet* A est enroulée une chaîne, dont un bout tient au barillet, et l'autre à la pièce conique BB, que l'on nomme *fusée*.

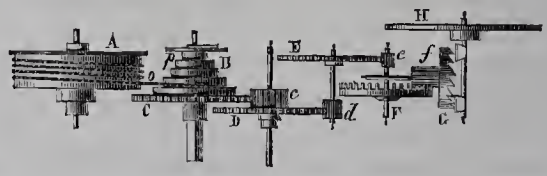


Fig. 7.

Lorsqu'on monte la montre, la chaîne se déroule du barillet pour s'enrouler sur la fusée; par ce moyen, on bande le ressort qui, d'un bout est accroché à l'axe immobile sur lequel roule le barillet, de l'autre bout est accroché à la circonférence de ce même barillet.

On comprend donc comment le ressort se tend par le mouvement du barillet, lorsque la chaîne entraîne celui-ci en se déroulant.

On comprend aussi comment l'élasticité du ressort réagissant sur la chaîne, une fois le remontage terminé, la force à se dérouler de dessus la fusée, et fait ainsi tourner cette dernière dans le sens voulu pour la *marche*.

La fusée, qu'un petit *rochet* intérieur rend solidaire avec la roue CC (de la manière indiquée précédemment pour les pendules), entraîne avec elle cette roue qui engrène avec le pignon *c*, dit *de centre*. Ce pignon porte la roue D, ou *roue de centre*, laquelle engrène dans le pignon *d*. Ce pignon porte la roue E, dite *grande moyenne*, qui engrène avec le pignon *e*. Enfin, ce dernier pignon porte la roue F, dite *petite moyenne* ou *roue de champ*, laquelle commande le pignon *f*, auquel est fixée la roue G, dite de *rencontre* ou d'*échappement* (fig. 7).

Cette roue G fonctionne sur l'axe muni de *palettes*, portant le *batancier* H, de la manière expliquée précédemment pour les pendules : seulement, les vibrations du balancier et conséquemment la marche des dents de la roue G sont beaucoup plus rapides. Le nombre des vibrations variant ici de 14,400 à 21,000 par heure.

Un ressort *spiral a, d, c* (fig. 3) règle et anime pour ainsi dire le mouvement oscillatoire du balancier. Sa propriété est de ramener le balancier au point de repos, de quelque côté qu'on le détourne ; c'est-à-dire que l'élasticité du spiral fait faire des vibrations au balancier, indépendamment de toute autre cause de mouvement, de même que la pesanteur sert à produire les oscillations du pendule.

Voici comment cela se fait : le bout extérieur du spiral est attaché au piton *a*, qui lui-même est fixé à la platine (fig. 3) ; le bout intérieur de ce spiral est fixé à une virole portée par l'axe du balancier *b*. Si donc on fait tourner ce balancier sur lui-même, la platine maintenant au point fixe *a* le bout extérieur du *spiral*, ce petit ressort se tendra d'autant plus qu'on fera parcourir un plus grand arc au balancier.

Or, si après avoir ainsi tendu le spiral, on abandonne le balancier à lui-même, l'élasticité de ce petit ressort ramènera le balancier et le fera ainsi aller et revenir plusieurs fois sur lui-même.

Il reste à expliquer l'effet de la fusée B (fig. 5 et 7). Pour en sentir l'utilité, il faut se souvenir que la force d'un ressort augmente à mesure qu'on le tend davantage : il en résulte que l'impulsion donnée au rouage et au régulateur est variable, c'est-à-dire plus ou moins forte, suivant que le ressort est *armé* ou *désarmé*. De là, irrégularité dans la marche de la montre.

L'application que l'on a faite de la fusée corrige en partie les inégalités du ressort ; car, lorsqu'il est à son premier tour de bande, et que, par conséquent, sa force est moindre, la chaîne agit en *o* (fig. 7) sur le point le plus éloigné du centre de la fusée, c'est-à-dire sur le levier le plus grand. Lorsque le ressort est entièrement monté, la chaîne agit en *p* (fig. 7) sur la plus petite partie ou plus petit levier de la fusée, ce qui diminue l'action du ressort, précisément à l'instant où sa force est la plus grande.

Nous ferons observer que ce correctif, tout ingénieux qu'il soit, est très-loin d'être parfait ; l'égalité absolue du ressort moteur est resté jusqu'à ce jour un problème non résolu. On n'a pu obtenir des résultats convenables qu'en perfectionnant la fabrication des ressorts ; en leur donnant une très-grande longueur, de façon à n'utiliser que les portions intermédiaires de leur élasticité ; en régularisant leur action par un amincissement graduel du centre à la circonférence.

On a essayé, surtout dans les horloges, des *remontoirs d'égalité*, c'est-à-dire des mécanismes accessoires destinés à restituer aux derniers mobiles du mécanisme, à des intervalles rapprochés, une force identique chargée de les entretenir en mouvement d'une manière toujours égale. Le moteur, ici, n'agit plus sur le rouage, ou tout au moins sur les derniers mobiles ; il n'a d'autre fonction que de remonter le mécanisme auxiliaire.

Plusieurs appareils ont été imaginés dans le but d'atteindre ce *desideratum*

d'une régularité complète. Mais, de l'avis des meilleurs constructeurs, le but n'a point encore été atteint ; et, jusqu'à ce jour, l'unique résultat des inventions a été d'encombrer les horloges d'un mécanisme compliqué.

La théorie fondée sur l'expérience tend sans cesse à la simplification des machines. En suivant cet ordre d'idées, on est arrivé à élaguer beaucoup d'organes qui occupaient une place et remplissaient des fonctions, aujourd'hui jugées inutiles, dans les montres, les pendules et les horloges. Sur certains points, la discussion est encore ouverte pour savoir si les améliorations ont été réelles : ainsi, dans toutes les montres modernes, depuis LÉPINE, la *fusée* a été supprimée, et un *barillet denté*, agissant directement sur le rouage, est devenu le seul moteur usité. Cette modification a été étendue jusqu'aux *chronomètres*, c'est-à-dire aux pièces de grande précision. Des résultats excellents ont été obtenus, et chaque système a trouvé des partisans aussi habiles que consciencieux.

Mais l'usage de la *fusée* est loin d'être abandonné, lorsqu'il s'agit de combiner des types très-parfaits.

Pour compléter ce rapide aperçu technologique, nous expliquerons brièvement le mécanisme de la SONNERIE.

Dans presque tous les appareils d'horlogerie, elle a un moteur spécial (*poids* ou *ressort*).

Elle se compose de quatre roues, commandant quatre pignons, savoir : *première de sonnerie* ou *roue de chevilles* (ainsi nommée des chevilles implantées sur la circonférence de son limbe, et qui servent à soulever le marteau frappant les heures) ; *roue d'arrêt* ou *d'étoteau*, portant une cheville destinée à arrêter le rouage lorsque l'heure a fini de sonner ; *roue de délai*, qui commande un *volant* ou modérateur à ailettes, ayant pour fonctions de modérer la vitesse du rouage (V. fig. 8).

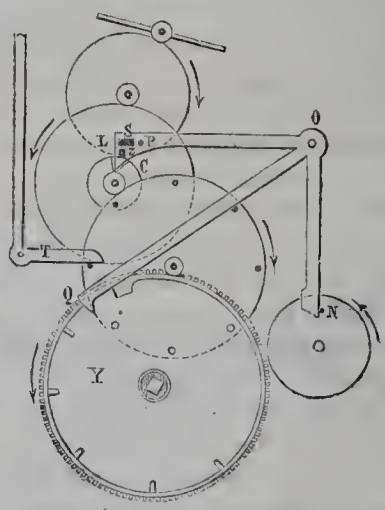


Fig. 8.

Voici maintenant comment fonctionne ce mécanisme.

On se rappelle que l'avant-dernière roue de sonnerie (dite roue d'*étoteau*, d'*arrêt*, de *délai*) porte une cheville. Cette cheville P repose sur l'arrêt S lorsque la sonnerie ne doit pas fonctionner.

La pièce qui porte l'arrêt S et qui a la forme d'une équerre à trois bras, se nomme *détente*, elle remplit une fonction multiple pour faire agir la sonnerie, ainsi qu'on va le voir. Notons d'abord qu'elle est mobile autour du centre O.

Quand le moment de sonner approche, la cheville N, portée par une roue du *mouvement*, appuie sur le bout du bras de détente, le déplace un peu, et, par conséquent déplace aussi l'autre bras muni de l'arrêt S. Ce léger mouvement permet à la cheville P de passer outre jusqu'à ce qu'elle rencontre un autre arrêt *z* placé sous le premier arrêt S.

C'est là ce qu'on appelle la *préparation*.

Au moment où il faut sonner, la cheville N recommence à pousser le bras de la détente, le soulève au point de lui échapper, et en même temps de soulever les deux autres bras. Le bras portant l'arrêt *z* laisse échapper la cheville P : alors le rouage défile, la sonnerie commence à fonctionner.

Le troisième bras, dont le bec aigu est représenté plongeant dans une entaille de la roue de *compte* Y, s'est relevé par le mouvement des deux autres, il est sorti de l'entaille, la roue de compte a tourné et le bec est resté appuyé sur sa circonférence.

Ainsi soulevé, ce bec tient en l'air les arrêts S et *z* de l'autre bras; la cheville P passe donc librement tant que la sonnerie fonctionne.

Dès que l'heure a cessé de sonner, le bec retombe dans l'entaille suivante, les deux autres bras de la détente reprennent leur position et l'arrêt S retient la cheville P; le rouage de sonnerie est arrêté.

Inutile de dire que les entailles de la *roue de compte* sont espacées suivant le nombre d'heures que le marteau doit frapper.

Ce système se nomme *sonnerie à chaperon* ou *roue de compte*.

Nous bornerons ici cet aperçu qui doit suffire pour initier le lecteur aux éléments généraux et primitifs sur lesquels est basée l'horlogerie.

Sans doute, nous sommes loin d'avoir indiqué, même superficiellement, toutes les parties essentielles et modernes des mécanismes horaires. Mais, dans le cours des études ultérieures, nous développerons largement les principes nouveaux qui ont amené l'art à sa perfection actuelle.

En leur lieu seront successivement expliqués les *échappements* à *cylindre*, *duplex*, à *ancre*, à *chevilles*, à *détente*, qu'une expérience prolongée a consacrés comme bons, et tous ceux qu'une théorie sérieuse signalera à l'examen; les *calibres* récents de montres, de pendules, d'horloges; les systèmes perfectionnés de sonneries, de répétitions; les théories nouvelles qui ont fait de la chronométrie marine une science pour laquelle se sont passionnés les plus illustres savants.

Nous démontrerons avec soin les principes sur lesquels repose le fonctionnement des appareils signalés à l'attention du lecteur.

Pour terminer ces préliminaires de technologie, il ne reste plus que quelques mots à dire sur les applications de L'ÉLECTRICITÉ à l'horlogerie.

Nous supposons le lecteur instruit de ce qui a rapport aux appareils électriques proprement dits, et de leur emploi comme moteur.

Dans tous les cas, nous le renvoyons aux traités sur la matière [1].

Il y a deux espèces d'applications de l'électricité aux horloges :

1° En l'employant pour transmettre à distance, et sur plusieurs cadrans, l'heure indiquée par une horloge ordinaire;

2° En l'employant comme moteur, au lieu de poids ou de ressorts.

Première application.

Supposons qu'une horloge à poids, destinée à fournir le mouvement horaire,

1. Voir le *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, déjà cité; le *Nouveau traité de Télégraphie électrique*, de M. E.-E. Blavier dont le nom fait autorité, et l'excellent ouvrage de M. Du Moncel, t. II.

ait, en sus de son rouage habituel, une roue de *six* dents, par exemple, qui fasse un tour par minute.

Supposons que chacune de ces dents soulève successivement un levier (ou une *touche*) qui serve à établir et interrompre le courant électrique. Six fois par minute, c'est-à-dire toutes les 10 secondes, l'électricité sera mise en jeu sur toutes les lignes de communication.

Supposons encore qu'à chaque cadran où l'heure doit être transmise, soit adjointe une roue de 360 dents, et qu'un levier à rochet, mû par l'électricité, fasse avancer cette roue d'*une dent* toutes les 10 secondes.

L'aiguille attenant à cette roue fera une révolution par heure, puisque six dents seront poussées par minute. (Six dents × 60 minutes = 360 dents, nombre total de la roue.)

Supposons enfin qu'une minuterie ordinaire soit adjointe à cette roue, pour l'indication des heures.

On aura autant d'horloges (ou pour mieux dire, de cadrans) que de stations électriques ainsi disposées; et, sur tout le parcours, l'heure sera indiquée avec la régularité procédant de l'horloge tête de ligne.

Cet exemple suffira pour faire concevoir le principe qui préside à l'agencement de tout autre appareil semblable.

Deuxième application.

L'électricité fonctionne, comme moteur direct, d'une façon bien simple.

Un électro-aimant, placé à distance convenable, attire en temps utile une masse de fer qui fait partie du pendule et oscille avec lui. A cet effet, un appareil, facile à concevoir, rétablit et interrompt le courant, à l'instant favorable de chaque oscillation. Les attractions successives et intermittentes entretiennent le mouvement.

D'autres combinaisons peuvent encore êtres employées, consistant, par exemple, dans l'application de l'électricité à soulever successivement un poids qui agisse ensuite sur le rouage; — à armer par intermittence un ressort qui remplisse la même fonction; — à mettre en jeu un levier qui fasse avancer les dents d'une roue, etc., etc.

Ce que nous venons de dire suffit pour faciliter l'intelligence des appareils de ce genre. Nous nous bornerons à cet aperçu élémentaire.

Bien entendu, aucune application semblable n'a pû être faite dans l'horlogerie portative.

Quelque séduisante que soit, à première vue, la perspective offerte par l'emploi de l'électricité, on ne peut se dissimuler qu'elle n'a pas réalisé toutes les espérances conçues d'abord.

En effet, l'électricité, considérée comme force motrice, est d'une nature trop variable, trop pleine de phénomènes imprévus et inexpliqués. Il n'a donc pas été possible d'en obtenir cette régularité exquise, presque désespérante, qu'on demande aux pièces de précision.

D'autre part, il a bien fallu reconnaître que les organes indispensables pour l'emploi de l'électricité ont été le plus souvent des superfétations inutiles, pour ne pas dire nuisibles, à la simplicité primitive des mécanismes horaires.

Le seul vrai progrès réalisé (et il n'est pas de médiocre importance) a été la transmission simultanée de l'heure, à de grandes distances et en plusieurs lieux.

Ce premier succès, à lui seul, doit suffire pour encourager les chercheurs il n'est sans doute que le prélude d'autres triomphes réservés à la science.

PREMIÈRE PARTIE.

Horlogerie à l'usage civil et ses applications électriques. — *Horloges de clochers; chemins de fer; établissements publics.*

L'horlogerie monumentale a été longtemps à l'état rudimentaire, alors même que les autres applications de la science avaient reçu des perfectionnements complets.

Il avait semblé indispensable de proportionner les mécanismes aux dimensions des édifices qu'ils devaient occuper ; aussi avait-on construit des appareils énormes, où le cliquetis des pièces grossièrement ajustées annonçait une œuvre de serrurerie plutôt que de précision.

Il faut convenir que le problème à résoudre se présentait dans des conditions de nature à inquiéter les constructeurs et à les pousser à l'exagération.

Il s'agit, en effet, de transmettre le mouvement à un, quelquefois plusieurs cadrans situés à de grandes distances et placés hors du prolongement des axes de l'horloge.

Il s'agit de *conduire* des aiguilles, souvent fort grandes et fort lourdes, qui sont aux prises avec le vent et toutes les intempéries de l'air; qui, par conséquent, reçoivent des secousses violentes, et dont le poids variable, suivant leurs positions, peut réagir d'une manière fâcheuse sur la marche régulière du mécanisme.

Il s'agit, enfin, de faire agir les sonneries, dans lesquelles fonctionnent des marteaux d'une grandeur et d'une pesanteur considérables. Ces marteaux doivent faire résonner des cloches de grandes dimensions; le son doit se répandre le plus loin possible, il faut donc une force de percussion très-énergique.

De plus, par suite de leur destination, les horloges monumentales sont ordinairement établies dans des locaux humides et mal protégés contre l'action délétère des éléments atmosphériques.

En présence de ces difficultés à vaincre, de ces dangers à prévenir, on avait cru devoir recourir au fer, à la fonte, aux matériaux les plus grossiers et les plus résistants; ainsi les roues étaient en fer forgé, fendues ou plutôt découpées au burin et à la lime; leur denture, ainsi exécutée, n'avait pas la régularité nécessaire ; il y avait, dans toutes les fonctions du rouage, des chocs, des arc-boutements, des ressauts nuisibles, dont on ne venait à bout qu'à l'aide d'un excès de force motrice.

Les axes, grossièrement arrondis, même lorsqu'ils avaient été façonnés sur le tour, roulaient dans des trous ordinairement trop grands, mal polis, et leurs aspérités mutuelles s'entre-déchiraient dès le début de leur marche.

Les moindres horloges de cette époque incivilisée offraient un volume de 3 à 6 mètres cubes; c'étaient de vraies charpentes en fer constamment ébranlées par des secousses qui les réduisaient à un état de dislocation perpétuelle.

Aujourd'hui, grâce aux habiles et persévérants efforts des constructeurs modernes, toutes ces exagérations ont disparu; l'horlogerie monumentale présente, sous les formes les plus restreintes, des types qui ne le cèdent en rien aux autres ouvrages de chronométrie, sous le rapport de la perfection et du *fini* dans le travail, de la précision et de la sûreté dans les effets, de la puissance dans le fonctionnement.

Les plus grandes horloges monumentales modernes ont, au maximum, un

volume de 2 mètres cubes; les dimensions moyennes et usuelles ne dépassent pas un demi-mètre, réparti dans les proportions suivantes :

Longueur.	$1^m,15$
Largeur.	$0^m,60$
Hauteur.	$0^m,70$

La disposition la plus habituellement adoptée, suivant les dimensions qui précèdent, consiste en un *bâti* ou *cadre* en fonte portant des supports qui remplissent l'office des *platines* dans les pendules et les montres. Les axes des rouages tournent dans des pièces de rapport en bronze : quelquefois, le bâti tout entier est en cuivre ; mais alors on peut dire que la perfection du mécanisme est poussée jusqu'au luxe.

Le cadre, placé horizontalement, porte au milieu de sa longueur le *mouvement* proprement dit du mécanisme horaire ; à droite et à gauche, c'est-à-dire vers chaque extrémité du cadre, sont les rouages des sonneries, savoir : l'un pour les heures, l'autre pour les quarts.

Divers systèmes récents ont obtenu la sonnerie des heures et des quarts par un seul rouage. Cette modification a eu pour résultat de simplifier notablement le volume et les organes de l'horloge. Cependant, comme nous le verrons plus loin, ce n'a pas été sans obliger à certaines complications qui rendent incertaine la question de savoir si c'est une amélioration réelle.

Tout ce qui a été expliqué précédemment dans l'aperçu préliminaire de technologie, s'applique, comme principe, aux grandes horloges. Les roues, un peu plus grandes et plus fortes, sont combinées de façon à tourner sous l'impulsion de la force motrice (toujours *un poids*, dans l'espèce); un *échappement* modère le fonctionnement du mécanisme, de façon à ce que les heures, les minutes et les secondes soient régulièrement indiquées.

Il en est de même pour les sonneries, dont les éléments sont identiques à ceux déjà décrits. Inutile d'expliquer que, lorsqu'il s'agit de sonner les quarts et les demies, le mécanisme horaire porte des *touches* ou *détentes* en nombre suffisant pour provoquer en temps utile les *départs* de la sonnerie.

Ordinairement, de petits cadrans intérieurs à l'horloge indiquent l'heure et la minute ; ils sont utiles pour la *mise à l'heure* du grand cadran extérieur, souvent fort éloigné et qu'on ne peut apercevoir.

La transmission du mouvement aux aiguilles de ce cadran extérieur est en général la partie du mécanisme qui laisse le plus à désirer : diverses combinaisons plus ou moins ingénieuses ont été employées, ainsi que nous l'expliquerons tout à l'heure; mais la perfection ne paraît point encore obtenue; ce qui le prouve c'est que les constructeurs cherchent toujours.

La difficulté est celle-ci : l'*ébat* inévitable des engrenages, la *flexion* ou *torsion* des tiges tournantes de grande longueur, l'*allongement* des fils de traction, et d'autres causes analogues produisent, dans la *conduite* des aiguilles, des perturbations suffisantes pour qu'il y ait avance ou retard de plusieurs minutes à de fréquents intervalles.

Ces variations accidentelles sont déterminées par les coups de vent; par la pesanteur des aiguilles, alors même qu'elles sont équilibrées, au moyen de contre-poids placés derrière le cadran, etc., etc.

Enfin, un dernier élément d'imperfection pour la *conduite* des aiguilles, gît dans l'emploi des roues d'*angle*, et des *mouvements de Cardan* (à double articulation), qui deviennent nécessaires, lorsque les mobiles se meuvent dans des plans différents.

Ce genre de transmission est toujours défectueux, soit à cause de l'*ébat* parti-

culier aux roues d'angle, soit à cause des soubresauts inévitables d'une *menée* qui sort de la ligne droite.

Une question intéressante a été l'*éclairage* des grands cadrans extérieurs, pour que l'heure pût être lue pendant la nuit. Pour cela, on a fait, tantôt des cadrans transparents en verre dépoli avec les heures peintes en noir, le tout éclairé par derrière ; tantôt des cadrans opaques, avec des heures découpées à jour, et un écran noir en arrière : l'éclairage y est également fait par derrière, alors les heures apparaissent lumineuses, et pendant le jour elles apparaissent noires, grâce à l'écran sombre qui leur sert de fond.

Le système qui paraît prévaloir aujourd'hui consiste tout simplement dans l'emploi de cadrans opaques, en marbre, pierre, ou fonte émaillée, avec les heures peintes en noir : le tout est éclairé par un ou plusieurs becs de gaz enfermés dans des demi-sphères creuses dont la convexité sombre est tournée vers le spectateur (comme les cadrans placés dans les salles d'attente de la gare du Nord à Paris).

Pour terminer les explications générales, applicables à toutes les horloges dont nous avons à parler, disons que presque toujours elles sont pourvues d'un *pendule* battant la seconde, c'est à-dire long d'un mètre environ ; et que ce pendule est pourvu d'un système de *compensation* : cet appareil prévient l'*allongement* ou le *raccourcissement* variable et anormal du pendule, par suite de la *dilatation* ou de la *contraction* des métaux formant sa tige de suspension.

Nous reviendrons, en temps utile, sur ce sujet dont l'importance est considérable pour l'exactitude de la marche. Il nous suffira de dire ici que, lorsque le pendule s'allonge, ses oscillations deviennent plus lentes; et, lorsqu'il se raccourcit elles deviennent plus rapides; or, les variations possibles par suite des changements de température, dépassent une demi-minute d'avance ou de retard par jour, si aucune correction compensatrice ne vient neutraliser ces irrégularités.

Enfin, dans presque toutes les horloges, on voit des *remontoirs d'égalité*.

Ces appareils, combinés par les inventeurs sous des formes très-diverses, sont tous fondés sur le même principe, savoir : l'emploi d'un mécanisme accessoire destiné à fournir une force *constante* à l'échappement, qui se trouve ainsi isolé du mouvement général, et à l'abri de ses irrégularités.

La quantité de *remontoirs* figurant à l'Exposition donne à penser que les constructeurs sont bien éloignés d'en condamner l'emploi. Cependant, jusqu'à ce jour il y a eu sur ce point de longues et graves discussions, les avis ont été fort partagés, et on aurait pu croire que les adversaires du remontoir avaient raison.

Sans rien préjuger sur la question, qui se présente à l'examen avec des éléments nouveaux, nous devons constater que les recherches sont dirigées dans une voie qui semble la meilleure, si elle n'est pas parfaite. Les constructeurs utilisent comme force motrice la *pesanteur* d'un levier agissant *immédiatement* sur l'échappement lui-même ; et l'action de ce levier, chargé d'un poids minime, se renouvelle à intervalles fréquents, c'est-à-dire avec des mouvements restreints.

De là, peu d'usure dans les frottements, erreurs moindres dans les fonctions, quantités d'action plus égales, régularité plus approchée.

L'idée du *poids auxiliaire*, élevé périodiquement par le mouvement, et agissant sur l'échappement, n'est pas nouvelle; mais il y a du nouveau dans ses dernières applications. Dans tous les cas, ce qui en fait ressortir la valeur, c'est que seule elle a survécu aux conceptions similaires dont la bizarrerie le disputait à l'imperfection.

L'horlogerie monumentale est grandement représentée à l'Exposition.

Deux pièces, dont les détails nous ont paru très-estimables, sont à l'entrée principale du pont d'Iéna.

Ces horloges, sortant l'une des ateliers de M. Detouche, l'autre des ateliers de M. Collin-Wagner, donneront l'heure à un immense cadran, élevé d'environ trente mètres au-dessus du sol, et qui décore la façade d'honneur.

Leur valeur artistique et industrielle mérite une description et des dessins détaillés que nous donnerons dans un prochain article. Pour le moment, il suffit de dire que, comme exécution et comme *fini*, ces horloges sont fort belles ; tout y est magistralement traité et accuse la main d'ouvriers habiles.

Leur aspect d'ensemble est réellement monumental : on peut les ranger parmi les types les plus considérables et les plus remarquables de l'Exposition.

Dans la grande allée faisant suite à l'entrée d'honneur, tout près du square central, se trouve une horloge signée Henri Lepaute.

Elle fournit l'heure au grand cadran qui figure sur la façade intérieure à vingt-cinq ou trente mètres au-dessus du sol.

Cette horloge est digne du nom illustre qu'elle porte; elle est entièrement en cuivre ou en bronze ; c'est là, comme nous le disions précédemment, un vrai luxe dans la construction.

Sa forme n'est pas ordinaire, elle paraît nouvelle. Au lieu d'affecter les dimensions d'un parallélogramme allongé, en position horizontale, le bâti est carré, avec une colonne à chaque angle; le tout, réuni par quatre arcs à plein cintre qui forment dôme à la partie supérieure.

La vitrine qui renferme l'horloge figure un kiosque élégant; cette forme est analogue à l'ensemble du mécanisme, que surmonte un globe terrestre animé du mouvement diurne.

Les sonneries des heures et des quarts sont à droite et à gauche, également en élévation verticale, suivant le style de l'appareil. Le mécanisme des sonneries est conçu suivant un système nouveau ; on y remarque, notamment, un double modérateur à *ailettes*, muni d'un régulateur de Watt à force centrifuge.

Le balancier, à compensation dite à *gril*, à cinq *branches*, bat la seconde. L'échappement, à *chevilles*, le rouage du mouvement, le remontoir d'égalité, les organes de transmission au cadran extérieur, tout est d'une exécution superbe.

Au lieu de pignons, M. Lepaute emploie des *lanternes* (espèce de pignons dans lesquels les *dents* sont remplacées par des *tiges* rondes enfilées dans deux disques parallèles; ces *tiges* se nomment *fuseaux*). C'est là une vieillerie, mais elle est si coquettement, si finement rajeunie, qu'on ne songe pas à la critiquer ; on se demande seulement pourquoi M. Lepaute en fait usage ?

Dans le milieu de la rue de France, M. Paul Garnier a exposé une horloge qui donne l'heure sur quatre cadrans faisant face aux quatre points de l'horizon.

Ce qui caractérise cette pièce, parfaitement traitée, c'est une simplicité remarquable. A notre avis, ce genre de mérite révèle autant de recherches et de génie que beaucoup d'autres conceptions compliquées. La simplification des machines, sobrement recherchée, est indubitablement le *desideratum* de la science et de l'art.

Le pendule bat la seconde, il est à tige unique en sapin rendu inaltérable par un enduit spécial.

Chacun sait que l'allongement ou le raccourcissement du bois (du sapin surtout), est presque nul dans le sens de sa longueur. Cette particularité a déterminé beaucoup de constructeurs à employer pour la suspension des pendules, des tiges ligneuses à fibres bien droites ; ils ont pensé, avec raison, que par ce moyen ils obtiendraient un réglage suffisant. L'expérience a justifié ces prévisions ; des tiges en sapin ont été appliquées, même à des régulateurs ou pendules astronomiques d'une extrême précision : les résultats ont été satisfaisants.

Une autre particularité essentielle de l'horloge qui nous occupe est l'échappement *libre* combiné avec un mécanisme d'impulsion à *force constante*.

C'est la une disposition nouvelle, très-simple, très-sérieuse, et qui motivera un examen détaillé.

Dans un prochain article, nous donnerons sur les quatre horloges précédentes des dessins et des explications en rapport avec leur importance.

Nous aurons à signaler ensuite deux horloges monumentales et un système de sonnerie électrique fort remarquables, dont l'auteur est M. Fournier, Français, établi à la Nouvelle-Orléans (Amérique). Ce constructeur, élève de l'École française, en conserve dignement les traditions. Son œuvre a le double cachet de l'artiste et du savant.

Assurément la plus énorme pièce de l'exposition est l'horloge de M. Benson de Londres. Malgré ses dimensions gigantesques, cette pièce est d'une exécution remarquable. C'est de la grande mécanique possédant tout le *fini* de l'horlogerie.

Pendule tubulaire et compensateur, de deux mètres, battant les *deux secondes;* remontoir d'égalité, sonneries d'heures et de quarts, échappement type, dit *à ancre*, spécial à la construction anglaise, tout est digne d'attention dans ce monument sur le compte duquel nous reviendrons en temps utile.

Quoi qu'il en soit, il nous paraît certain, dès à présent, que l'horlogerie monumentale de l'École française tient le premier rang dans l'Exposition, soit par le nombre, soit par la qualité supérieure de ses produits.

(*La suite à un prochain fascicule.*)

V

LE GÉNIE RURAL

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

Par M. **J. GRANDVOINNET.**

Préliminaires.

Quelle que soit l'influence définitive de l'enquête agricole, elle a déjà eu pour bon effet de remettre en discussion la plupart des questions touchant de plus ou moins près à l'agriculture, l'économie politique et sociale, la législation, l'éducation et la morale, etc. Nous espérions que les questions du ressort du *Génie rural* (la machinerie agricole, les bâtiments, le drainage et les irrigations) seraient largement discutées; il n'en a pas été ainsi malheureusement, et d'un commun accord elles ont été presque absolument laissées de côté.

Nous admettrons volontiers que les problèmes sur les institutions économiques et financières doivent avoir le pas sur les questions techniques; mais celles-ci ont pourtant leur importance et peuvent parfois même primer les premières. Qu'importe, en effet, que des institutions protectrices parfaites facilitent la tâche du cultivateur, si cet état de béatitude lui fait oublier toute idée de progrès; qu'importe que l'*argent* soit à la discrétion du cultivateur, si, comme aujourd'hui, il n'en profite le plus souvent que pour s'agrandir et non pour améliorer sa terre et son matériel. La facilité des communications permet au prolétaire de choisir le lieu et l'industrie qui le payent le mieux. Peut-on supprimer cette liberté, rattacher le paysan à la glèbe et le laisser dans l'ignorance pour le retenir? Les départements les plus industriels et les plus instruits ne sont pas ceux où diminue la population agricole: le contraire est plus près de la vérité. Les bras s'éloignent des campagnes, dit-on, retenez-les: non par des lois écrites, impuissantes contre les lois naturelles de l'évolution sociale, mais par l'amélioration des conditions matérielles et morales. Quand toutes les industries perfectionnent leur matériel pour faire plus de meilleur travail avec moins de bras, et rendre aussi facile que possible la tâche des ouvriers, seule l'agriculture semble tenir à ses antiques engins et à ne vouloir rien obtenir que par une coûteuse main d'œuvre; quand tous les industriels sont à l'affût des découvertes scientifiques pour en profiter, le cultivateur s'obstine à tracer une ligne infranchissable entre sa pratique et la science. Nous voudrions donc que, tout en recherchant les meilleures institutions économiques pour l'agriculture, on s'inquiétât beaucoup plus des questions techniques, et particulièrement, comme étant aujourd'hui les plus négligés, des problèmes du *Génie rural*: machinerie, constructions rurales, drainage et irrigations.

Nous allons essayer, dans la mesure de nos forces, d'exposer l'état actuel du *Génie rural*, autant d'après ce que l'Exposition universelle nous présentera que d'après ce qu'elle aurait pu nous montrer.

PREMIÈRE PARTIE.

La machinerie agricole à l'Exposition universelle de 1867.

Notre but étant de faire apprécier les avantages que l'agriculture peut retirer de l'emploi d'un matériel perfectionné, il convient d'abord de constater l'état actuel du travail mécanique agricole.

L'agriculture a, comme moteurs, principalement les animaux et l'homme, de beaucoup les plus coûteux : nous aurons donc à examiner les appareils propres à l'utilisation de la force de l'homme et des animaux : appareils de traction, manéges, treadmills, barotropes, etc. Beaucoup de travaux qui se font encore à la main, peuvent être faits avantageusement par des appareils mus par les chevaux ou même par la vapeur; or, les bras deviennent relativement d'autant plus rares à la campagne que l'agriculture améliore davantage ses procédés. « Le prolétaire des campagnes s'en va; deux énormes courants l'attirent : l'un vers l'industrie, l'autre vers la propriété ou la location du lopin de terre. Aussi, placée entre ces deux courants, la grande culture voit, par conséquent, diminuer sa population de gagistes, de tâcherons, de journaliers, d'ouvriers enfin qui, n'ayant que leurs bras pour instruments de travail, aspirent, les uns à l'indépendance de la très-petite culture, les autres aux salaires plus élevés de l'industrie. C'est là un fait : le nier, c'est impossible ; le regretter, c'est inutile [1]. »

Oui, complétement inutile ; et il se passera de longues années avant que des changements d'institution et de législation changent le sens du courant. Le cultivateur doit donc considérer la diminution de la main-d'œuvre comme une conséquence fatale du progrès, et y parer par l'emploi de bonnes machines.

« La grande propriété rurale est, à beaucoup de points de vue, une nécessité de notre état social. » (E. L.) S'il en est ainsi, et nous le croyons, elle ne peut lutter avantageusement avec la petite culture que par le perfectionnement de son matériel, qui entraîne inévitablement l'amélioration de son personnel, car tout se tient.

Peut-être y a-t-il, comme le croient M. Lecouteux et tant d'autres écrivains, un remède au malaise agricole dans un régime économique particulier; nous n'aurions garde de contredire personne sur ce point et c'est un genre de discussion qui nous est interdit : mais il nous semble que ce n'est pas là le seul remède. Si l'agriculture manque de bras, même pour un système de culture plutôt extensif qu'intensif, il est temps qu'elle songe, comme toutes les autres industries, à remplacer les bras qui lui manquent par de nouvelles machines, et à utiliser le mieux possible, et en la payant bien, la main-d'œuvre qui lui reste, par le perfectionnement des anciens engins.

Il faut diminuer enfin les frais de production, si l'on ne peut espérer des prix de vente plus élevés. Or, il nous semble que les frais de labour, de hersage, de semis, de binage, de récolte, etc., entrent bien pour quelque chose dans le prix d'un hectolitre de blé. Est-ce que dans les sols tenaces, riches, des façons profondes et répétées en temps convenables ne correspondent pas à un accroissement de production ? Si, sur les 4 francs de frais de préparation du sol qu'exige en moyenne chaque hectolitre de blé, on peut par un bon choix des charrues, scarificateurs, etc., économiser 1 franc, ce sera le commencement du bénéfice que suivront l'économie de semence par de bons semoirs, l'augmentation de produits par des binages répétés, etc. Or ce remède : *perfectionnement du matériel*, a un sérieux avantage sur les autres; il est à qui le veut employer; il existe en

1. E. Lecouteux.

effet de bonnes machines agricoles, et si elles ne sont pas plus employées ce n'est pas, comme on pourrait le croire, la question d'argent qui s'y oppose, puisque le cultivateur achète et entretient à grands frais de mauvais instruments, c'est une question de conviction.

Le cultivateur, de sa nature, n'est pas changeant; avant de remplacer sa charrue, il faut qu'il ait été doublement convaincu qu'une autre est préférable. S'il a été trompé une seule fois par un prospectus de marchand ou la recommandation plus ou moins désintéressée d'un journaliste, sa défiance naturelle s'accroît et devient rebelle à toute preuve; devant tout appareil qui lui est présenté, dans les nombreux concours auxquels il peut assister, il reste dans une suprême indifférence. Les médailles d'or décernées par les jurys ne l'émeuvent même plus; ballotté entre des centaines d'instruments, tous également recommandés par des récompenses, bien qu'essentiellement différents, il reste immobile sous des forces contraires qui, naturellement, s'annulent l'une par l'autre.

Voilà le fait contre lequel il est temps de réagir. Il faut que le cultivateur puisse croire à l'efficacité d'un bon matériel; qu'il puisse avoir confiance dans les résultats des concours, qu'il puisse distinguer les constructeurs consciencieux des fabricants ignorants qui flattent sa manie pour les instruments simples en apparence, mais inefficaces; peu coûteux d'achat, mais ruineux d'entretien et de réparation. Il faut enfin qu'il y ait pour tout le monde un mode de jugement des machines dont la précision soit hors de toute contestation.

Il est donc essentiel de poser les bases d'une méthode rationnelle de jugement des machines en général et des machines agricoles en particulier.

I

Du jugement des machines agricoles dans les Expositions.

§ I. *Principes généraux.*

Par suite de la rareté croissante des bras dans les campagnes, la vente des grandes machines de ferme commence à prendre une telle importance que de toutes parts des constructeurs sérieux font d'immenses efforts pour profiter de ce nouveau débouché; mais étrangers pour la plupart aux travaux agricoles, ils ont fort à faire pour *deviner* les besoins réels de la culture; tandis que d'un autre côté les cultivateurs, peu au fait des *immenses ressources de la mécanique* et des moyens d'exécution en usage dans les grands ateliers, ne peuvent que s'efforcer de *deviner* ce qu'ils peuvent et doivent exiger des fabricants, et quelle est, parmi les nombreuses machines du même genre, celle qui convient en réalité le mieux. Se fier aux prospectus ou aux réclames plus ou moins déguisées n'est plus guère de notre temps. Les cultivateurs *ont payé* pour avoir le droit d'être prudents jusqu'à l'exagération.

De part et d'autre, du côté des constructeurs et de celui des acheteurs, on marche donc quelque peu en aveugles. Les constructeurs de bonnes machines souffrent de cet état de choses, et l'industrie agricole, arrêtée par le manque de bras et de temps auxquels la *bonne mécanique agricole* peut si facilement suppléer, ne progresse qu'avec une lenteur désespérante.

Si l'on veut sortir de cet état général d'incertitude si nuisible au progrès de l'agriculture nationale, il faut adopter, pour décerner les récompenses dans les Expositions, un mode d'appréciation des machines agricoles, qui ne puisse laisser, dans le public et dans l'esprit des constructeurs, le moindre doute sur l'exactitude du jugement rendu. Pour beaucoup de nos lecteurs, peut-être, ce

désir paraîtra d'une facile réalisation : malheureusement, et nous ne saurions trop le répéter, le jugement des machines agricoles est la plus rude tâche qui puisse incomber à un homme consciencieux.

Les membres d'un jury agricole appelé à juger les animaux peuvent parfois hésiter entre deux ou trois taureaux très-remarquables ; ils peuvent être en désaccord sur tel ou tel caractère de race ou d'aptitude ; mais enfin, on juge les animaux par la vue, on peut toucher du doigt le point en litige, on sait ce que l'on veut. Bien plus, quoiqu'un jugement erroné soit *en tous cas* un malheur, quel grand inconvénient peut-il résulter de ce que tel ou tel taureau soit primé quand son voisin lui est supérieur ? Le taureau supérieur, mais non primé, donnera-t-il de moins bons produits à son heureux propriétaire ? L'amour-propre de l'éleveur lésé pourra souffrir ; mais le mal réel ne sera pas notablement préjudiciable à l'agriculture nationale.

Lorsqu'il s'agit d'instruments ou de machines agricoles, c'est tout autre chose. La moindre erreur dans le jugement porté peut *ruiner* tel bon constructeur et *faire la fortune* de tel autre, peu méritant. La moindre erreur peut encombrer nos fermes d'instruments défectueux ou empêcher l'introduction de bonnes machines. Aussi, quand nous soupesons la charge imposée aux membres des jurys d'instruments et de machines agricoles, sommes-nous fiers de voir dans notre pays tant d'hommes qui se sentent assez capables pour se dévouer à cette tâche ingrate du jugement des machines ; mais, malgré toute la capacité et l'impartialité qu'ils mettent dans l'accomplissement de leur tâche, que de récriminations, hélas, souvent fondées ! De bons constructeurs ne se présentent plus aux Expositions dans la crainte, disent-ils, qu'un jugement superficiel vienne tuer, en une heure, une réputation qu'ils ont mis quelque dix ou vingt ans à acquérir. Mais de jeunes réputations, plus ou moins justifiées, se forment rapidement en leur absence et viennent bientôt les forcer à accepter la lutte malgré leur première répugnance. D'autres exposants, plus marchands que constructeurs, viennent aux concours comme à une loterie, espérant qu'un peu de savoir-faire leur fera deviner le bon numéro.

C'est un fâcheux état de choses, et dont on ne se préoccupe pas assez en France, et en tous cas moins qu'en Angleterre. Dans ce dernier pays, les grands constructeurs de machines de ferme vivent plus dans le milieu agricole : participant parfois aux travaux des Sociétés d'agriculture, ils ont eu l'occasion de connaître les besoins du fermier : ils influent sur le choix des méthodes d'essai des instruments ; et cependant, il faut l'avouer, l'accord n'est pas encore parfait entre les juges et les exposants. Du moins, chez nos voisins, les constructeurs sont jugés d'après des lois connues. On sait là que telle qualité sera prônée, que tel défaut sera sévèrement noté, etc., etc. En France, nous sommes beaucoup moins avancés. Serait-ce seulement parce que nous avons commencé plus tard à nous inquiéter des machines agricoles qui, il y a à peine quinze ans, n'étaient qu'un bien petit accessoire de nos Expositions ou concours d'animaux reproducteurs ? Ne serait-ce pas plutôt parce que tout homme ayant parlé ou écrit sur l'agriculture se croit spontanément capable de juger les machines agricoles sans études spéciales ? Nous avons tout lieu de le craindre. Qu'on feuillette nos journaux, et l'on se convaincra facilement que les questions de machinerie agricole sont laissées le plus souvent à des hommes aussi complétement étrangers à la science et à la pratique agricole qu'à la construction même des machines : ils *décrivent* les machines nouvelles et leur trouvent, de confiance et sur la seule garantie de l'inventeur, une foule de qualités, et cela sans les avoir vues, essayées ou même comparées à leurs congénères. Nous indiquons seulement ce fâcheux état de choses, en laissant à d'autres le soin de le critiquer comme il

mériterait de l'être. Il fallait faire l'observation ci-dessus avant de poser comme base que pour juger les machines agricoles, il faut et des *cultivateurs* et des *ingénieurs mécaniciens*. Ceci paraîtra bien hardi, et peut-être quelque lecteur dira: « Vous êtes orfévre..., etc. » La crainte de l'application qui peut nous être faite d'un proverbe, ne nous empêchera pas d'émettre franchement notre opinion, parce qu'il nous semble qu'il est temps de changer de voie; nous ferons même plus: nous essayerons de prouver qu'il est à peu près impossible qu'un simple cultivateur, quelque consciencieux et habile qu'il puisse être, soit apte à juger une machine agricole à tous les points de vue : quant aux jugeurs d'occasion, qui ne sont ni agriculteurs ni mécaniciens, qu'ils continuent à décrire les machines, puisque c'est un besoin pour eux, mais qu'ils ne les jugent pas, au moins; qu'ils ne compromettent pas la fortune des cultivateurs et des constructeurs, et cherchent un meilleur emploi de leur talent d'écrivain.

Non-seulement il faut des hommes capables et spéciaux pour juger les machines, mais il faut encore une *méthode positive*. Opiner du bonnet, comme on le fait si généralement, ou voter par boules blanches et noires, après une inspection ou même, chose rare, un essai, ne suffit pas. Il faut une marche telle, que les diverses qualités soient diversement *cotées* pour que l'ensemble des qualités et des défauts soit bien représenté par le vote de chaque membre du jury. Cette marche, c'est la notation chiffrée ou l'attribution de nombres de *points* différents pour chaque qualité particulière de la machine.

Cette marche admise, il reste à déterminer une *base* tellement positive qu'elle soit indiscutable, et qu'aucun cultivateur, qu'aucun constructeur de machines ne puisse la récuser.

Nous croyons avoir trouvé cette base et nous l'avons sommairement indiquée dès 1855, et appliquée depuis dans le *Journal d'agriculture pratique* au jugement des batteuses, des charrues, des machines à vapeur rurales et des semoirs.

Notre mode de jugement est-il parfait? Nous pouvons le croire, puisqu'il n'a été attaqué par aucun écrivain, malgré notre appel à la critique; mais aucun jury d'Exposition n'a daigné l'appliquer jusqu'à ce jour. Espérons qu'il le sera dans les prochains concours de machines agricoles de l'Exposition universelle spéciale de Billancourt. S'il n'en est pas ainsi, serait-ce un excès de curiosité que de prier les juges d'indiquer leur manière de procéder, préférable assurément, afin que nous brûlions ce que nous adorons en ce moment?

On pardonnera ces observations à un homme voué depuis plus de vingt ans à l'étude des machines agricoles, et qui n'a pour but que le progrès de l'agriculture. Passons donc à l'examen de notre mode de jugement des machines agricoles, qui doit nous servir de guide dans l'étude du matériel des fermes à l'Exposition universelle.

En premier lieu :

Pourquoi une machine entre-t-elle dans la pratique agricole? Il ne peut y avoir qu'une ou plusieurs des raisons suivantes:

1° *Le prix de revient réel du travail fait par la machine est* INFÉRIEUR *à celui du travail qui peut être fait à bras.*

2° *Le travail fait par la machine est* MEILLEUR *que celui fait à la main.*

3° *La besogne est faite par la machine avec une plus grande* RAPIDITÉ.

La perfection du travail et la rapidité de son exécution, en vertu de l'axiome anglais que le temps est de l'argent, étant, en réalité, une diminution du prix de revient du travail, nous pouvons résumer ces trois raisons d'emploi des machines dans une seule maxime, qui sera la base première du mode de jugement que nous conseillons depuis près de douze ans.

Le prix de revient RÉEL *de l'unité de travail fait par une machine est le seul* CRITERIUM *de son utilité.*

Si une machine ne satisfait pas au moins à l'une des trois conditions énumérées ci-dessus, les auteurs perdent leur temps à la recommander, et si, par une erreur regrettable, elle est adoptée, elle disparaît bientôt de la pratique. Le plus souvent même, une *machine* n'est définitivement adoptée que lorsqu'elle satisfait aux trois conditions ci-dessus ; mais aussi, dans ce cas, elle ne disparaît plus et prend une place définitive dans le matériel agricole ou industriel.

En second lieu, on admettra sans discussion (nous l'espérons du moins) que, dans chaque classe, dans chaque genre et dans chaque espèce d'instruments *adoptables* d'après les trois conditions ci-dessus, il y a entre une machine parfaite et une machine médiocre ou imparfaite, une différence dans le travail opéré qui se traduit par une *somme d'argent* pour le cultivateur : c'est-à-dire que si l'emploi d'une machine *parfaite*, au point de vue des trois conditions générales, donne au cultivateur un bénéfice A, et que la machine *médiocre* ne donne qu'un bénéfice B, la différence A—B est le *chiffre argent* dû à la *perfection* de la machine.

Donc : 1° Si l'on veut représenter par 100 points la perfection, ces 100 points représentent un certain nombre de francs ou de centimes économisés, grâce à la perfection de la machine ;

2° Si *telle qualité* de la machine procure deux fois plus de bénéfice que telle autre, cette dernière sera représentée par deux fois moins de *points ;*

3° Si l'une des qualités de la machine produit à elle seule la moitié du bénéfice que l'on peut espérer d'une machine parfaite, cette qualité sera représentée par 50 points, et ainsi des autres.

Tel est le principe général.

Au lieu de prendre les bénéfices pour estimer la différence d'une bonne à une mauvaise machine, on peut, en certains cas, prendre le prix de revient de l'unité de travail irréprochable, fait avec la machine parfaite et la plus mauvaise.

Telle est, en principe, la *base du jugement* que nous croyons indiscutable ; mais il reste encore une partie bien difficile à déterminer ; il faut traduire l'idée générale en chiffres pour chaque espèce de machines.

Ainsi il ne suffit pas que nous ayons 1° énoncé le *principe général ;*

2° Posé la base du jugement ;

Et 3° tracé la marche.

Il faut encore donner les détails d'exécution pour chaque espèce de machine. Ici, nous n'avons plus de données absolues ; nous ne pouvons plus affirmer. Les chiffres que nous proposerons sont discutables ; ils varieront avec les circonstances, et nous faisons appel aux praticiens pour nous aider à leur donner toute la précision désirable.

§ 2. *Du jugement des charrues dans les expositions.*

> La palme est décernée à l'instrument, qui, sans contrarier aucune des idées de perfection que l'on s'est formées, est le *mieux construit* et *le plus léger*, à celui qui présente *les contours les plus agréables.* Autant vaudrait presque l'avoir soumis au Jury des bronzes et des sculptures.
>
> COMTE DE GASPARIN.

L'illustre agronome auquel nous empruntons ces lignes, nous initie ainsi, en quelques mots, à l'ancien mode de juger, dans nos concours, les instruments aratoires. Fait-on mieux de nos jours ? En apparence, oui ; mais en réalité, non, malgré les excellentes intentions des personnes appelées à juger les machines agricoles.

Les membres du jury parcourent les rangs des charrues et notent, chacun de leur côté, celles qui « *suivant les idées que l'on s'est formées* » leur paraissent mériter le premier, le deuxième et le troisième rang. Plus tard, au sein du jury, chacun des juges fait connaître son classement; et il n'y a rien d'impossible, si les charrues sont nombreuses et qu'il n'y ait que quatre ou cinq jurés, que chacun d'eux ait choisi trois charrues entièrement différentes de celles choisies par ses collègues; de sorte que le premier résultat obtenu, c'est le signalement d'une douzaine de charrues, ayant chacune une voix. La décision en pareil cas dépend alors sinon du hasard, du moins de l'éloquence, de l'influence ou de la ténacité d'un des juges. Et comme, grâce à cette absence de jugement, il est bien peu de charrues qui n'aient aujourd'hui quelques médailles d'or, plusieurs d'argent et beaucoup de bronze, le jury évite une partie de la difficulté en donnant à pleine main des *rappels de médailles*, *récompenses* que le public ne comprend guère, et paraît considérer comme des fiches de *consolation* données aux constructeurs qui se sont laissé distancer; ce qui n'est pas toujours vrai, mais l'est souvent.

Tel est le mode de jugement généralement suivi dans nos concours régionaux annuels.

Il faut reconnaître cependant que depuis 1854 (concours général de Paris) on essaye quelquefois les charrues; le jury, après avoir fait une espèce de revue générale, désigne pour l'essai un certain nombre de charrues qui, conduites sur le même champ, doivent tracer chacune quelques sillons. Or, les exposants des charrues ainsi privilégiées se divisent en deux classes : les *avisés* qui ont eu la précaution d'amener un bon laboureur habitué à leurs charrues; et le commun des exposants qui se sont abandonnés à la Providence, et ne trouvent le plus souvent aucun laboureur familiarisé avec leurs instruments et sachant les conduire et les régler. Comme le meilleur labour, exécuté dans ces circonstances, fait presque inévitablement adjuger les prix, c'est le constructeur le *mieux avisé*, ayant son laboureur et parfois ses chevaux, qui enlève la récompense.

Parfois, mais trop rarement, on essaye les charrues au dynamomètre; mais comme cette opération se fait dans les circonstances de labour que nous venons de décrire, les chiffres obtenus (si même la précipitation forcée des essais permet d'en obtenir) ne servent pas à grand'chose, et la charrue la meilleure et *la plus légère de traction* n'obtient pas toujours le premier prix. Combien de jurés ignorent, en effet, ce qu'est un dynamomètre et se défient par suite des résultats qu'il donne!

Un peu en avance sur nous en pratique agricole, l'Angleterre paraît juger avec un peu plus de méthode les charrues exposées. Le nombre des charrues concourantes est plus restreint (on est là beaucoup moins fécond en inventions qu'en France, mais plus constant dans les bons modèles), le temps consacré au jugement plus prolongé et les essais faits dans de meilleures conditions : les constructeurs *bien avisés* sont en plus forte proportion et prennent leurs mesures à l'avance; ils ont des charrues *championnes* pour les divers labours; les sociétés agricoles, plus anciennes ou mieux constituées, fournissent suffisamment de juges compétents, etc., etc.; nous ne parlons ici que par ouï-dire, malheureusement. Toutefois, bien que l'on procède mieux chez nos voisins qu'en France, malgré nos recherches dans les journaux et les rapports, nous n'avons pas trouvé trace de méthode tout à fait *positive*, c'est-à-dire inattaquable en tous ses points.

En Écosse, la pratique agricole est peut-être plus avancée que dans l'Angleterre proprement dite. Les concours de charrues sont bien organisés, comme

en fait foi l'analyse suivante du rapport officiel du concours de Strathord, en 1860, les 7 et 8 mars.

Ce concours avait pour but : 1° de décider entre les mérites des diverses charrues concourantes; 2° de comparer les araires aux charrues à avant-train; 3° enfin, de juger quelle est celle des charrues la plus propre à tous labours. Les constructeurs de charrues étaient seuls admis.

Le comité de direction du concours a justement compris qu'il ne fallait pas laisser les juges, quelque compétents qu'ils pussent être, libres de décider à leur gré, sans règle ni méthode, des mérites des charrues concourantes. En conséquence, il invita le jury à diriger toute son attention sur les points suivants :

1° La facilité de traction;

2° La facilité de conduite pour le laboureur;

3° La propreté de marche dans un sol ameubli (nettoyage de la raie).

4° La simplicité de construction unie à l'efficacité et à la facilité de fixation du coutre, des roues, du régulateur, etc.;

5° La forme du versoir, au point de vue du renversement de la bande, la plus convenable dans les diverses espèces de sol.

En outre, le travail même devait être jugé aux différents points de vue suivants :

1° La coupe la plus propre par le coutre et par le soc:

2° Le meilleur renversement de la bande eu égard à sa forme et à la compacité du sol;

3° Le meilleur enfouissement des herbes, ou chaumes;

4° La raie la plus uniforme;

5° Le meilleur enrayage;

6° Le meilleur achèvement du labour.

Nous ferons observer que les deux dernières qualités demandées au labour dépendent plus du laboureur que de la charrue.

La première épreuve de ce concours eut lieu dans une prairie à retourner, parce que ce travail est considéré, en Écosse, comme le plus propre à montrer les qualités d'une charrue; mais le jour suivant les charrues bien notées dans la première épreuve eurent à labourer en travers un champ déjà labouré dans l'hiver précédent.

Le sol de la prairie naturelle à retourner était de ténacité moyenne et uniforme sur une grande épaisseur dans certaines parties; en d'autres le sol était peu profond et reposait sur un sous-sol graveleux; ces différences furent prises en considération par les juges.

Les charrues concourantes arrivaient à enterrer l'herbe par trois moyens fort différents :

1° En coupant une bande de forme rectangulaire, mais d'une largeur trop grande pour la profondeur, ce qui a l'inconvénient de coucher les bandes trop à plat (ainsi faisaient les charrues à roues de Howard);

2° Par la compression, au moyen d'un versoir convexe, d'une bande légèrement trapézoïdale (charrue de R. Hornsby).

3° Par le renversement d'une bande trapézoïdale irrégulière, telle que la profondeur du côté de la muraille était plus grande qu'à l'extérieur, mais restait jusqu'au milieu de la largeur à peu près la même, ce qui constitue une bande de section irrégulière (A. Gray et J. Finlayson).

Le premier moyen de bien enterrer l'herbe est désapprouvé par le jury, car il met les bandes trop à plat et recouvre de trop peu de terre l'herbe enterrée.

Le second moyen exige une pression considérable pour contenir la bande dans

une position convenable de retournement, et souvent dans le cas de sols tenaces, l'élasticité de la bande gazonnée étant supérieure à la première, la bande se redresse après le passage de la charrue et le gazon n'est pas recouvert. Cet effet se produit le lendemain du labour dans le sol labouré par la charrue de Hornsby.

Le troisième moyen, ou le labour à fond de raies plus profond du côté de la muraille, est préféré par les jurés parce que :

1° L'herbe est ainsi plus aisément enterrée; 2° parce qu'il y a plus de compacité et moins de tendance de la part des bandes à s'écarter après avoir été couchées, car la terre des crêtes aiguës des bandes tombe dans les intervalles de ces crêtes; 3° on obtient plus de terre pour le recouvrement quand le semis se fait sur raies, et il faut moins de hersage pour bien recouvrir la graine; 4° de ce qui précède, il résulte une égale levée et une plus prompte et plus uniforme maturation de la récolte.

Mais cette forme de bande ne doit pas être exagérée, car les crêtes trop aiguës ne peuvent supporter le parcours des chevaux et des hommes, et elle n'est excusable que dans le labour de retournement d'une prairie, puisqu'elle laisse une partie du sol non remué.

La bande rectangulaire est avantageuse au point de vue :

1° De l'économie de traction pour chaque mètre cube de terre remué;

2° De la surface de terre exposée aux influences atmosphériques;

3° De la surface labourée dans le même temps, parce que la largeur est plus grande. Du reste, la bande rectangulaire ne l'est jamais en réalité, puisque l'arête de rotation s'émousse pendant le retournement, et pour contre-balancer cet inconvénient, il faut prendre un peu plus de profondeur du côté de la muraille qu'à l'extérieur.

La bande rectangulaire convient mieux peut-être lorsqu'on sème au semoir mécanique ou quand le sol est très-friable et le gazon mou.

Le labour en travers fut fait dans une terre déjà labourée avant les gelées, le sol était très-friable, le nettoyage de la raie fut pris en considération.

Voici le tableau des résultats des essais dynamométriques pour ce labour en travers :

Numéros.	NOMS des CONSTRUCTEURS.	Espèce de charrue.	Longueur de la planche labourée.	Largeur de raie.	Épaisseur du labour.	Forme de la bande.	Section de la bande.	Tractions des charrues.	Prix des charrues.	Travail mécanique dépensé par mètre cube de terre remué.	Prix à décerner.
									fr.		
4	Andrew Gray....	araire.	6.23	0 208	0.150	»	0.031	122.95	94.50	3966	1er prix
6	J. Finlayson.....	à roues.	6.08	0.209	0.155	»	0.033	147.26	88.20	4460	2e prix
8	Andrew Gray....	araire.	6.08	0.229	0.155	»	0.035	118.47	94.50	3385	5e prix
9	J. et R. Howard..	à roues.	5.93	0.229	0.155	»	0.035	146.24	110.25	4178	»
17	William Miller. .	araire.	7.45	0.249	0.156	»	0.039	133.30	94.50	3420	»
20	J. D. Allan.....	à roues.	»	»	»	»	»	133.30	»	»	»
24	R. Hornsby et fils.	*id.*	6.08	0.216	0.150	»	0.033	126.95	113 40	3847	4e prix.
27	*Id.*	*id.*	5.70	0.203	0.150	»	0.030	119.85	117.81	3995	3e prix.
30	*Id.*	araire.	5.70	0 203	0.150	»	0.030	120.59	113.40	4000	»

Des chiffres de l'avant-dernière colonne, il résulte que pour retourner un mètre cube de terre de moyenne ténacité en second labour, il faut, suivant les charrues, de 3,400 à 4,600 kilogrammètres environ.

Le jury tenant compte de la perfection du labour fait dans ces essais et de la traction indiquée par le dynamomètre, a donné le 1er prix au n° 4 (A. Gray); le 2e au n° 6; le 3e au n° 27; le 4e au n° 24 et le 5e au n° 8. Il est clair que la perfection du labour a été surtout le critérium.

Telle est la manière de juger les charrues en Écosse : elle est préférable à celles qui sont employées en Angleterre et surtout en France. Mais elle n'est pas encore parfaite comme celle que nous proposons. Aussi le jugement indiqué ci-dessus a-t-il été critiqué par un fermier :

Ce dernier préfère la charrue Hornsby (n° 27), puis Finlayson (n° 6), et classe ainsi les autres : n° 30 (Hornsby); n° 19 (Millar); n° 24 (Hornsby); n° 3 (A. Gray); n° 17 (Millar); et enfin, le n° 4 (A. Gray), et il appuie son jugement sur les considérations suivantes :

1° Il prétend n'avoir jamais vu une planche bien labourée ne pas exiger des chevaux une grande traction, et du laboureur un travail très-fatigant.

C'est suivant nous une erreur. Beaucoup de cultivateurs ne voient à tort dans le labour qu'un bouleversement obtenu par la force brisant la terre devant un versoir mal fait, tandis qu'en bonne pratique ce sont des instruments particuliers et spéciaux qui achèvent l'ameublissement commencé par la charrue et à plus bas prix que ne l'eût fait celle-ci.

2° Le fermier prétend qu'une bande plus épaisse du côté de la muraille assure sa stabilité une fois couchée, non-seulement par la terre qui tombe des crêtes, mais aussi parce que le côté le plus lourd est en dehors.

3° Le versoir *anglais* est supérieur au versoir *écossais*, et le versoir Hornsby est le meilleur, sa forme hélicoïdale allongée offrant peu de résistance.

4° Enfin, la question du choix entre les araires et les charrues à roues lui semble peu importante.

Malgré cette critique du jugement rapporté ci-dessus, on doit féliciter les juges écossais de leur manière de juger : nous n'y trouvons à reprendre que l'absence de la notation chiffrée, du moment qu'on admet que les charrues à juger doivent être propres à tous les labours.

Dans la manière de procéder du jury de Strathord, il y a tous les éléments d'un bon jugement : examen détaillé du travail fait, détermination de la traction exigée, prise en considération du prix de la charrue et probablement aussi de la construction même de l'instrument. Ce qui manque, c'est la coordination de ces éléments, d'après un principe qui permette de les *peser* et par suite de les classer suivant leur importance. C'est ce qui a manqué jusqu'ici partout, et c'est pourquoi nous avons essayé de combler cette lacune.

Principe de notre mode de jugement des charrues. En 1857[1] nous écrivions : « Il est évident que la meilleure charrue sera celle qui, dans des circonstances données, effectuera *le labour demandé au meilleur marché possible.*

On ne doit pas en effet comparer des charrues qui ne seraient pas destinées à faire le même genre de labour dans une même nature de terre. Bien que s'appliquant à la rigueur aux charrues dites *à tous labours*, notre méthode suppose en premier lieu une classification des charrues, admise déjà en Angleterre et dans le concours universel de Paris en 1856, et dans le concours général de la même ville en 1860.

Il faut aussi que la charrue essayée soit propre au labour pour lequel elle concourt : c'est-à-dire que l'on ne peut comparer que des charrues capables d'atteindre la profondeur voulue et de renverser convenablement les bandes de terre en les laissant intactes, ou, ce qui peut être préféré parfois, en les rompant en mottes régulières et bien uniformément renversées. Toute charrue ne pouvant atteindre la profondeur exigée ou renverser convenablement les bandes de terre, etc., etc., doit, après un premier essai, être éliminée.

Enfin, si la charrue a remplacé la bêche, c'est parce que le labour d'un

1. *Génie rural*, t. I, page 30.

hectare coûte moins par la *machine* que par l'*outil*; il doit en être de même pour les charrues comparées entre elles : parmi les charrues exécutant bien le labour demandé, la meilleure sera (et tout le monde s'accordera en ceci) celle qui fera l'hectare de labour au moindre prix de revient. Nous avons donc à étudier complétement les *éléments* du prix de revient du labour d'un hectare.

Ces éléments sont : 1° le temps employé par l'attelage et le laboureur qui le conduit, et le prix de revient réel de ce temps; 2° l'intérêt, l'amortissement et l'entretien de la charrue, rapportés à un hectare de labour.

Le prix de revient de la journée d'un laboureur varie suivant les *gages* et le prix des diverses denrées. Nous donnons ici, *pour servir de cadre*, le détail du prix de revient de la journée d'un charretier dans Seine-et-Oise. Si les denrées devaient rester au prix actuel, les chiffres ci-dessous seraient un peu faibles; mais nous les conservons comme une moyenne applicable à un assez grand nombre de départements (année moyenne).

Gages par année		380f.00
Nourriture : *Porc salé* : 52 kil., à 0 fr. 77 le kilog	40f.04	
— *Mouton et bœuf* : 26 kil., à 1 fr	26.00	
— *Pain* : 300 kil. de 2e qualité, à 0 fr. 24	72.00	
— *Pommes de terre* : 50 litres, à 2 fr. 20 l'hectolitre	1.10	
— *Fromages* : 90 *bondes*, à 0 fr. 10	9.00	
— *Légumes et fruits*, livrés au prix de vente du jardin	33.00	
— *Œufs* : 96 à 4 fr. le cent	3.80	
— *Carottes* : 30 litres provenant de la grande culture, à 1 fr. les 100 kil	0.18	
— *Beurre* : 1 kil. à 1 fr. 50 le kilog	1.50	
— *Lait* : 6 litres à 0 fr. 10	0.60	
— *Sel* : 12 kilog. pour la salaison de la viande et la consommation en nature	2.30	
— *Épiceries diverses*	2.00	
— *Combustibles* : pour la cuisson des aliments	8.00	
— *Frais de cuisine* : le douzième des gages et de l'entretien d'une cuisinière	46.67	246.19
Boisson : *Cidre* : 550 litres à 6 fr. l'hectolitre	33.00	
— *Vin* ; 150 litres à 10 fr. l'hectolitre	15.00	
— *Eau-de-vie* : 1 litre à 1 fr	1.00	49f.00
Éclairage : *Éclairage de la cuisine* : 200 heures à 0 fr. 10 pour neuf employés, soit pour un		2.22
Médecin : *Visites du docteur et médicaments*		5.00
Logement : *Objets de ménage* : 30 fr. par tête; intérêt de cette somme, entretien et usure, 25 p. 100	7.50	
— *Literie* : entretien et usure	8.00	15.50
Blanchissage : *Frais de blanchissage*		15.00
Frais généraux : Portion des frais qui ne peuvent être attribués à un objet particulier. — *Frais imprévus*		21.58
Intérêt pendant 6 mois des dépenses précédentes		8.84
Total général		744f.33

Un cinquième du temps du charretier étant employé aux soins des chevaux, ceux-ci doivent supporter cette dépense de 148 fr. 86. Il reste 595 fr. 86 pour le prix de revient de 300 journées de travail qu'il est possible d'obtenir en un

an d'un charretier : soit par jour 1 fr. 9862, ou en nombre rond 2 fr., dont plus de moitié pour gages.

Prix de revient de la journée d'un cheval. Dans le même lieu, les dépenses afférentes à un cheval sont les suivantes :

Prix d'achat : 750 fr. pour un cheval de 550 kil.; intérêt à 5 p. 100	37f.50	
— *Amortissement,* risques compris (après déduction de la valeur de l'animal de rebut), en dix ans par annuités, soit 7, 6 p. 100	56.88	
— *Écurie :* loyer, assurance et entretien	9.25	
— *Maladies* : frais de vétérinaire et de médicaments	3.00	
— *Harnais :* mobilier et ustensiles d'écurie (108 fr. par cheval) : intérêt, entretien et amortissement 30 °/₀.	32.40	
— *Éclairage* de l'écurie	1.50	
— *Ferrure,* par abonnement	18.00	160f.53

Nourriture :

Régime de la fin du printemps : *Vert,* 50k, à 1f. les 100k.	0f.50		
— *Avoine* : 3k,84, à 13f.50 —	0.52		
— *Paille :* 2k, à 2f.00 —	0.04		
61 journées à	1.06	64f.66	
Régime d'été et d'automne : *Foin* de prairie artificielle : 10k, à 5f.50 les 100k	0.55		
— *Avoine* : 3k.84, à 13f.50 —	0.52		
— *Paille* : 2k, à 2f. —	0.04		
153 journées à	1f.11	169.83	
Régime d'hiver et de printemps : *Foin* de prairie artificielle, 10k, à 5f.50 les 100k.	0f.550		
— *Avoine :* 2k.40, à 13f.50 —	0.220		
— *Carottes* : 3k.7, à 1f. —	0.037		
— *Paille :* 2k, à 2f. —	0.040		
151 journées à	0.847	127.90	
ou 365 jours à un prix moyen de	0.992		362.39

Litière :

365 jours à 2k. par jour et à 1f. les 100k	7.30	

Soins :

Une quinzaine du temps d'un charretier (un pour 3 chevaux)	19.55	

Intérêt :

Pour 6 mois des frais de nourriture et de litière	9.24	
Frais généraux et imprévus	50.19	116.28
Total		639f.20
A déduire la valeur du fumier : 6000k, à 8f. les 100k.		48.00
Total		591.20

Comme on peut obtenir du cheval 254 journées par an, la journée revient à 2 fr. 32, soit 2 fr. 35 en nombre rond.

Pour labourer un hectare, il faut d'autant plus de temps à un même attelage que la traction exigée par la charrue est plus considérable, ou, si l'on veut que le travail se fasse dans le même temps, il faut un attelage plus nombreux.

La traction qu'exige une charrue est égale à la résultante des résistances que présentent les diverses pièces travaillantes et de conduite. Il est nécessaire, pour rendre aussi précis que possible notre mode de jugement des charrues, de déterminer *a priori* les résistances que chaque pièce doit vaincre.

1° D'après les considérations et les chiffres que nous avons donnés dans l'article CHARRUE de l'*Encyclopédie de l'Agriculteur*, la largeur du labour étant de $0^m.24$ et la profondeur de $0^m.18$, la coupe verticale opérée par le coutre dans le labour d'un hectare en terre moyennement compacte et propre à la culture, présente une surface de 5834 mètres carrés, exigeant chacun un travail moteur de 220 kilogrammètres si le coutre est *mince*, et 300 kilogrammètres si le coutre est *épais*, soit par hectare un travail de 1.283.326 à 1.750.000 kilogrammètres.

2° Quel que soit le rapport entre la profondeur et la largeur du labour, le soc doit couper 10.000 mètres carrés par hectare labouré; le travail nécessaire pour couper un mètre carré est ici plus considérable que dans le cas du coutre agissant sur une terre moins durcie. C'est 250 kilogrammètres pour un soc assez plat, et 400 au moins si le soc est trop raide ou trop étroit :

Soit, par hectare, de 2.500.000 à 4.000.000 de kilogrammètres.

3° La traction exigée par le versoir peut varier de 18 à 25 kilogr. au moins, car nous ne tenons pas compte de la torsion proprement dite, ni de l'adhérence. Le chemin parcouru par le versoir étant de 41.667 mètres dans le labour d'un hectare, le travail moteur nécessaire variera de

750.000 à 1.041.667 kilogrammètres.

4° Lorsque la charrue est parfaitement réglée, elle *traîne bien* horizontalement son sep, sans que le laboureur soit forcé de la maintenir par une forte pression sur les marcherons, qui occasionnerait une pression à peu près triple sur le talon et, par suite, augmenterait la résistance à l'avancement du sep. Dans ce cas bien rare (règlement parfait), la traction nécessitée par le sep est d'environ $37^k.50$; mais cette résistance peut s'élever jusqu'à 60 kilogr. pour une charrue d'un règlement peu précis et trop lourde. Le chemin parcouru étant de 41.667 mètres, le travail dépensé par le sep pour chaque hectare labouré varie de

1.562.512 à 2.500.000 kilogrammètres.

En résumé, voici comment se répartit la traction entre les diverses pièces d'un araire :

RÉSISTANCE par hectare labouré due au	TRAVAIL MOTEUR nécessaire avec une charrue.		DIFFÉRENCE absolue en faveur de la meilleure charrue.	DIFFÉRENCE pour cent. de traction totale (bonne charrue).
	Mauvaise.	Très-bonne.		
Coutre.....	1.750.000	1.283.326	466.674	7.65
Soc.....	4.000.000	2.500.000	1.500.000	24.59
Versoir.....	1.041.667	750.000	291.667	4.80
Sep.....	2.500.000	1.562.542	937.458	15.35
Totaux....	9.291.667	6.095.868	3.195.799	52.39

Ainsi, entre une très-bonne et une très-médiocre charrue, il peut y avoir une différence de 52.39 pour cent de la traction exigée par la meilleure charrue ; les expériences dynamométriques ont même fait reconnaître des différences beau-

coup plus fortes (*loc. cit.*); mais nous admettrons celles du tableau, pour deux raisons : 1° parce que les essais dont il s'agit ont pu accuser des différences non dues à la charrue ; et 2° parce que la comparaison dans les concours ne doit pas avoir lieu entre des charrues très-mauvaises et très-bonnes.

Un coutre *mal fait* ou *mal réglé* peut donc augmenter la résistance totale d'une bonne charrue de 7.65 pour cent ; un soc trop *raide*, trop *étroit*, trop *convexe* ou ayant trop d'*embêchage*, de 24.59 pour cent ; un versoir *mal engendré, trop court*, de 4.8 pour cent au moins ; un régulateur trop peu précis, et l'excès de lourdeur de la charrue tout entière, de 15.35 pour cent.

Le temps des chevaux n'est pas entièrement employé au travail utile, c'est-à-dire au labour. Il y a une perte de temps pendant les tournées pour les charrues qui ne versent la terre que d'un seul côté. Cette perte varie avec la longueur des champs, la largeur des planches et la lourdeur de la charrue. Supposons des planches moyennes et dont la longueur soit égale à 2. 5 fois la tournée normale d'un attelage de deux chevaux (5 mètres) ou à 12^{m}.50 ; la tournée moyenne sera au moins de 6^{m}.30, et si les planches ont une longueur de 100 mètres, il faudra 8 planches pour un hectare de labour ; et le parcours en tournée aura un développement d'au moins 2.650 mètres, avec une traction (très-bonne charrue) d'environ 36 kilogr., ce qui correspond à un travail moteur de 93.600 K G M. Si la charrue étant de trop lourde traction, l'attelage a dû être porté à trois chevaux, la tournée est alors plus difficile et la traction plus grande et égale à 60 kilogr. environ ; ce qui donne un travail résistant de 156.000 kilogrammètres.

Ces chiffres établis, nous pouvons déterminer le nombre de journées nécessaires pour faire un hectare de labour avec une bonne et une mauvaise charrue.

DIFFÉRENTS TRAVAUX.	TRÈS-BONNE CHARRUE.	TRÈS-MÉDIOCRE CHARRUE.
Travail dépensé pour l'aller et le retour.	Pour mémoire.	Pour mémoire.
Travail pendant les tournées.....	111.300^{kgm}	185.500^{kgm}
Travail de *découpage* et de retournement des bandes.....	6.095.868	9.291.667
Totaux.....	6.705.168	9.477.167

Or, un cheval moyen pouvant donner un travail moteur de 1.829.000 kilogrammètres chaque jour, sans excéder sa puissance et sans altérer sa constitution (s'il est convenablement nourri), il faudra, pour effectuer un hectare de labour, 1 journée 696 avec la meilleure charrue à deux chevaux, et 1 journée 727 de trois chevaux avec une très-médiocre charrue.

Nous n'avons pu apprécier la perte de travail moteur dans l'aller et le retour aux champs, car cette perte dépend de la distance à parcourir. On peut toutefois, sans s'écarter beaucoup de la vérité, l'estimer à 50,000 kilogrammètres au moins.

Ce qui nous permet d'admettre qu'avec une très-bonne charrue à deux chevaux on peut faire 50 ares par jour, et qu'avec une médiocre il faut 3 chevaux pour faire 45 ares seulement par jour.

L'intérêt du prix d'achat doit être compté dans le prix de revient ; mais c'est une dépense bien peu importante. En effet, une très-bonne charrue exigeant deux chevaux, dans les 127 journées disponibles en un an pour le labour (les 127 autres journées des chevaux étant occupées en façons diverses et surtout en transports), peut labourer 63 hectares 50 ; il n'y aurait donc qu'un intérêt de 3 fr. (le 5 pour cent de 60 fr.), pour ces 63 H A 50, ou par hectare de labour 0^{f}.0472.

La surface (labourée une fois et demie en moyenne) est donc de 42 hectares de terre en labour pour une très-bonne charrue ou de 21 hectares de terre arable par cheval entretenu si l'assolement est alterne.

Avec une très-médiocre charrue, lourde, coûteuse (100 fr.), 3 chevaux, dans 127 journées disponibles en un an pour le labour, façonneront 57.15 hectares, ce qui donne un intérêt de 5 fr. pour 57 hectares, ou par hectare 0f.0872. Ce serait en ce cas 3 chevaux pour le labour et 2 pour les transports, pour faire un labour et demi sur deux fois 38 hectares, ou un cheval entretenu pour 15 hectares 2.

Ces deux chiffres, déterminés par le raisonnement, s'accordent avec ceux de la pratique.

La durée d'une charrue n'est pas facile à déterminer. Cet instrument est quelque peu analogue au couteau de *Jeannot*. On le répare successivement dans chacune de ses parties, et bien qu'après un certain temps, il ne reste peut-être rien des pièces primitives, c'est toujours la même charrue. Toutefois on peut distinguer, en premier lieu, les pièces fatiguant très-peu, comme les marcherons, l'âge, les étançons, le régulateur, etc., etc., qui ont une durée assez longue et d'au moins 8 à 14 ans suivant la bonté de la construction, ce qui, pour l'amortissement, exige une annuité de 5 à 10 pour cent. Les autres pièces, soc, coutre et versoir, sont plus rapidement usées ou plus souvent remplacées.

L'entretien d'une charrue est aussi un élément du prix de revient d'un hectare de labour, et il varie énormément suivant la nature du terrain. En certains sols siliceux un soc neuf peut être usé dans une journée ; dans les terres calcaires ou argilo-calcaires, plus difficiles à labourer pourtant, l'entretien peut se réduire à deux socs au plus par an et quelques rebattages de cette pièce, quelques réparations au coutre, quelques talons de sep et enfin quelques petits boulons faussés. Nous croyons pouvoir estimer l'entretien d'une charrue à 20 ou 30 pour cent du prix d'achat de l'instrument, en admettant qu'en sol siliceux on emploiera des socs en fonte durcie d'une durée beaucoup plus grande que les socs en fer aciéré [1].

Voici, d'après ces explications nécessaires, le sous-détail du prix de revient d'un hectare de premier labour en terre de moyenne consistance, avec une bonne charrue attelée de 2 chevaux et une très-médiocre conduite par 3 chevaux.

	Très-bonne charrue.	Très-médiocre charrue.	Différence.
Chevaux : Deux chevaux pouvant faire 50 ares par jour, ou trois faisant 45 ares. Soit, par hectare, de 4 à 6. 67 journées d'un cheval à 2 fr. 35.	fr. 9.400	fr. 15.670	fr. 6.270
Charretier : Pour un hectare, il faudra de 2 à 2.22 journées d'un charretier à 2 fr.	4.000	1.440	0.440
Intérêt : 5 % de 60 fr. pour 42 hectares 3 labourés une fois et demie avec une très-bonne charrue, soit, par hectare de labour	0.017	»	»
ou 5 % de 100 fr. pour 38 hectares labourés une fois et demie, avec une très-médiocre charrue, soit, par hectare	»	0.088	0.011
Amortissement : 5 à 10 % de 60 ou 100 francs dans les mêmes relations que ci-dessus	0.017	0.176	0.129
Entretien : De 20 à 30 % de 60 ou 100 francs, dans les mêmes relations que ci-dessus	0.189	0.526	0.337
Totaux	13.683	20.900	7.217

1. D'un rapport d'une *commission agricole anglaise*, en 1833, il résulte que le *cheptel mort* composé principalement d'instruments, de véhicules et de machines, était à cette époque de 110 fr. par hectare, et que l'usure (amortissement) et entretien était de 27 fr. 41

Des pages arides qui précèdent nous pouvons donc tirer un grand enseignement, et nous voudrions que tous les cultivateurs l'aient sans cesse présent à l'esprit.

L'emploi d'une très-bonne charrue peut économiser 7 fr. 22 par hectare labouré.

Ce chiffre nous servira de base pour le jugement des charrues exposées. En effet, si nous convenons que 100 *points* seront donnés à la charrue parfaite et 0 à la plus mauvaise, il faut que chaque *point* accordé à une charrue concourante soit justifié par une qualité donnant 0f.072 d'économie par hectare de labour.

Or, l'économie de traction fait gagner à elle seule 6 fr. 71 (chevaux et charretier), elle doit donc compter pour 92 *points* au moins sur 100.

La solidité de construction, la facilité d'entretien pouvant procurer une économie d'environ 0 fr. 28 peuvent être représentées par 4 *points*.

Le bas prix, la simplicité diminuant l'intérêt, l'amortissement et l'entretien, économisent environ la même somme, ils peuvent donc aussi être représentés par 4 *points*.

Si l'on suppose que, dans les deux cas, la charrue n'est traînée que par deux chevaux, on arrive à une répartition identique à moins d'un *point* près, c'est-à-dire à 92 seulement pour la traction.

Ainsi, la perfection, au point de vue de la traction, mérite 92 points sur 100; la perfection, au point de vue de la solidité, de la construction, de l'entretien et du bas prix, 8 points seulement. Si l'on appliquait, sans observation préalable, les chiffres précédents, il est clair que la charrue exigeant le moins de traction serait presque toujours primée; car, même très-mal construite, elle pourrait obtenir plus de points qu'une autre charrue très-bien construite, très-solide, mais un peu moins légère de traction. Pour éviter toute erreur dans les appréciations, voici comment, suivant nous, il convient de procéder :

1re Épreuve. Le jury parcourra les rangs de charrues et éliminera toutes celles présentant *évidemment* des pièces travaillantes de mauvaise forme, en règlement incomplet ou trop peu précis, ou qui seraient trop mal construites pour résister aux efforts des chevaux. Ce premier triage doit être fait à une forte majorité, aux deux tiers des voix par exemple, ou mieux à l'unanimité.

Les indices permettant d'éliminer sans remords une charrue, sont :

Au point de vue du bon travail et de l'économie de traction pour premier labour :

1° Un coutre trop épais au dos, difficile à régler de position;

2° Un soc trop raide ou trop étroit, mal raccordé avec la surface du versoir, coûteux à remplacer;

3° Un versoir n'ayant qu'une courbure irrégulière, une trop faible longueur, une oreille tronquée, une tendance à pousser et comprimer fortement la terre au lieu de la retourner;

4° Le manque d'étendue et de précision du régulateur, son manque de fixité : la difficulté de mesurer ou apprécier le règlement, l'impossibilité d'assurer l'horizontalité du sep, au fur et à mesure de son usure au talon et à la pointe.

Au point de vue de la solidité: On éliminera sans crainte toute charrue dont l'age en bois est percé de trous nombreux et dans tous les sens, surtout vers la gorge; dont les assemblages présentent du *jeu*, ou manquent visiblement de solidité, soit par défaut de précision dans l'ajustement, soit par défaut de ser-

par année (ou 27.16 pour 100). Ce chiffre s'appliquait aux instruments que l'on trouve encore aujourd'hui dans nos fermes ordinaires, n'ayant pas de machines nouvelles, telles que batteuses, faucheuses, semoir, etc., etc., d'un entretien moins coûteux relativement que les charrues. Cette observation justifie donc le chiffre que nous adoptons.

rage ; dont les boulons ne présentent que des filets de vis *bavocheux*, trop raides ; dont les écrous trop plats et non centralement percés ne peuvent donner un bon serrage sans risquer d'être brisés, etc., à moins que sur les deux premiers points de vue (travail et traction) la charrue ne paraisse supérieure.

Au point de vue de la simplicité et du bas prix : Nous avons fait voir d'une manière positive que la complication et le coût d'une charrue n'ont qu'une bien faible importance sur le prix de revient du labour. Toutefois, si aux défauts précédents, quelque peu accusés, s'ajoutent, pour une charrue, le prix élevé et la complication des pièces de règlement, de support ou de conduite, on pourra l'éliminer.

Cette première élimination, si l'on y procède avec patience et si elle est faite par des hommes familiarisés avec les perfectionnements qu'ont subis les diverses parties des charrues depuis une quarantaine d'années, peut permettre la mise hors concours de la moitié environ des charrues.

2e Épreuve. Les charrues restant en concours doivent recevoir une même surface à labourer, d'au moins dix ou douze raies; elles seront toutes attelées de chevaux très-habitués au labour, et conduites par des hommes habitués aux araires, si les charrues sont sans avant-train, ou réciproquement. Ces hommes prouveront d'abord au jury qu'ils comprennent parfaitement le règlement de la charrue qui leur est confiée; et rien n'empêche de les stimuler par l'appât d'une récompense si la charrue qu'ils dirigent est primée.

Ces charrues auront à labourer, sans qu'il soit tenu compte du temps ou de la traction nécessaires, une surface assez grande pour que le règlement puisse se faire parfaitement pour la profondeur et la largeur voulue, et qu'il y ait en outre au moins dix bonnes raies à soumettre à l'examen du jury, qui éliminera toutes les charrues ayant fait un mauvais labour.

Pour un premier labour devant exposer aux gelées la plus grande surface et le plus grand volume de terre et enfouir le plus grand cube d'air, on admet généralement que les bandes doivent être couchées sous un angle de 45 degrés, ce qui exige que la largeur soit à la profondeur comme 1.424 est à l'unité.

Toutefois, on peut s'éloigner notablement, en dessus ou en dessous, de ce rapport mathématique, sans que le labour soit sensiblement inférieur comme bon effet: ainsi en certains cas, pour premier labour, il peut être plus convenable de prendre une largeur égale à *une fois et demie* la profondeur. On couche alors mieux les bandes, si la terre est gazonnée ou en chaume, et le travail dépensé par hectare est moindre.

Le jury aura donc à éliminer toutes les charrues qui n'auront pu donner un labour de profondeur et de largeur bien uniformes, dont les bandes ne seraient pas bien régulièrement couchées; si les bandes ne restent pas intactes, les mottes produites doivent être en lignes parfaitement droites et également bien retournées; si le fond de la raie n'est pas net, bien plan et bien nettoyé, c'est le plus souvent un indice de malfaçon dûe à la charrue, soit à un soc trop raide et trop étroit, soit à l'insuffisance de précision dans le régulateur; la face verticale de la raie ouverte doit être bien plane, mais non comprimée. Le fond des raies ne doit pas former transversalement une crémaillère sensible.

Pour juger de la coupe horizontale, il sera le plus souvent nécessaire d'ouvrir (perpendiculairement à la longueur des bandes de terre) un fossé de quelques décimètres de largeur, dont le fond soit formé par le fond même des raies ; ce fossé doit être ouvert en déblayant avec un petit râble de bois très-léger et non coupant.

La qualité la plus à rechercher dans le labour, c'est l'uniformité de profondeur, et à très-peu près au même rang l'égalité de largeur des bandes, car sans

cette double uniformité on ne peut obtenir un retournement régulier du sol; les travaux mécaniques ultérieurs se font aussi d'autant mieux que le labour a été plus régulier dans ses dimensions.

La netteté du fond des raies indique le plus souvent une marche régulière de la charrue.

Ces observations nous paraissent suffisantes pour mener à bien la seconde épreuve, qui peut permettre d'éliminer encore la moitié des charrues concourantes, ce qui doit se faire à l'unanimité.

3e Épreuve. Les charrues conservées continueront à labourer, mais après l'application d'un dynamomètre, et en changeant un peu le règlement, car l'addition du dynamomètre, en allongeant et chargeant un peu les traits, et augmentant la traction, peut changer la tendance à l'entrure, ce qui nécessite un nouveau règlement, que l'on fera en continuant à labourer sans que le dynamomètre enregistre la traction. Une fois bien réglé, le dynamomètre est embrayé et enregistre la traction, à l'aide d'un crayon traçant une courbe sur un papier se déroulant d'un mouvement, ayant une relation directe avec l'avancement de la charrue; de façon que les *abscisses* de la courbe représentent, à une échelle donnée, le *chemin* parcouru, et les *ordonnées*, la *traction* à chaque instant; alors, la surface comprise entre la courbe et l'axe des abscisses représente le travail dépensé.

On mesurera très-exactement les profondeur et largeur moyennes obtenues, et la charrue la meilleure sera celle qui dépensera le moins de travail moteur par décimètre carré de section de bande, ou par mètre cube remué.

Par cette épreuve dynamométrique, il suffira que chaque charrue fasse deux ou trois raies de 50 à 60 mètres de longueur.

Le calcul des courbes dynamométriques devrait se faire séance tenante, pour ne laisser aucun doute sur les résultats.

Nous avons imaginé de remplacer le papier se déroulant par une plaque de cuivre, sur laquelle une pointe d'acier trace la courbe. La planche gravée peut donner des épreuves en très-grand nombre, ce qui permet de conserver et de publier les bases du jugement; nous reparlerons en son temps de ce nouveau dynamomètre, exposé dans le pavillon consacré spécialement à l'École impériale d'agriculture de Grignon.

Dans ces essais il serait bon, à titre d'utile renseignement, de mesurer la vitesse de l'attelage, qui doit marcher autant que possible sans le stimulant du fouet.

La traction qu'exige un mètre cube remué variant avec la nature et l'état des terres, la profondeur atteinte, etc., nous ne pourrions donc pas indiquer exactement ce que doit exiger une bonne charrue.

Approximativement, nous pouvons admettre que la charrue qui n'aura exigé que 170 kil. pour une bande de $0^m.175$ de profondeur et $0^m.24$ de largeur, en terre de moyenne compacité, est une très-bonne charrue à ce point de vue: elle n'exigera que deux chevaux moyens, pouvant marcher avec la vitesse la plus convenable, ou à raison de $0^m.8$ par seconde.

La charrue très-médiocre exigera 260 kil. dans les mêmes conditions, traction trop forte pour deux chevaux, qui ne pourraient prendre qu'une vitesse de $0^m.52$ environ.

Entre ces deux nombres approximatifs, la différence est de 90 kil., représentés par 92 *points*. Donc on peut dire à peu près que chaque charrue recevra autant de *points* pour la troisième épreuve qu'elle économisera de *kilogrammètres* de traction en dessous de 260 kil., considérés comme la plus forte traction que puisse exiger une charrue médiocre.

Nous avons pris comme exemple un sol de consistance moyenne: terre calcaire assez fine, sans pierres, ou une terre franche en bon état de culture.

En sols très-argileux ou d'argile presque pure, la traction de la charrue parfaite serait 315 kil., celle de la charrue médiocre serait de 394 kil., différence de 79 kil., ou un *point* pour $1^k.16$ de traction, économisé.

En sols faciles, la traction serait de 125 pour la meilleure charrue, et pour la médiocre 215 kil.; différence de 90 kil.: soit encore un *point* pour $0^k.98$ de traction économisée.

En sols très-légers, la traction par la meilleure charrue serait de 68 kil., et celle de la médiocre 140 kilog.; différence, 72 kil., ou un *point* pour une économie de $0^k.8$. En moyenne, pour toutes natures de terre, un *point* doit être accordé à la charrue qui économise 1 kil. de traction.

Ces chiffres ne sont que des points de départ que les juges doivent modifier suivant la nature et l'état du sol très-variables. Nous croyons que les détails précédents suffiront à empêcher toute erreur dans le jugement des charrues.

La troisième épreuve peut permettre d'éliminer encore près de la moitié des charrues: il ne reste donc alors que le huitième environ des charrues exposées, soit pour un concours général en France, 8 à 9 charrues environ pour la dernière épreuve.

4e Épreuve. Elle consistera dans l'examen détaillé des pièces, sous le rapport de leur ajustement, de leur construction, de la facilité des réparations, de l'entretien, du règlement des pièces travaillantes ou de leur remplacement au fur et à mesure de l'usure; or une charrue use surtout des socs, et ceux-ci surtout vers la pointe; les pointes mobiles, de bonne forme et bien ajustées et assemblées; les socs réduits à la moindre épaisseur et au moindre poids possible, faciles à monter et à démonter, n'exigeant qu'un coin ou un boulon pour leur fixation, constituent des qualités de première importance au point de vue de la dernière épreuve. Viennent ensuite les dispositions pour régler l'horizontalité du sep, pour modifier à volonté l'*embêchage* et le *rivotage*, pour régler le coutre; il peut être avantageux de munir le bas de la gorge du versoir d'une pièce mobile peu coûteuse à remplacer, et augmenter la durée du versoir entier; il en est de même pour le bord du versoir traînant au fond de la raie.

La précision des ajustages, la qualité et le bon emploi des matériaux pour obtenir un montage facile et un bas prix de vente courante seront aussi pris en considération.

Ce dernier examen exige de la part des jurés la connaissance des matériaux de construction, des modes d'exécution employés dans les ateliers, des difficultés de forgeage, de moulage et de coulage. Un ingénieur mécanicien est indispensable alors.

Ici se termine l'exposé du mode rationnel de jugement des charrues que nous proposons. Sera-t-il suivi à Billancourt, où des essais de charrues étaient annoncés pour la première quinzaine d'avril? Nous ne savons; mais nous espérons pouvoir renseigner nos lecteurs sur ce point dans un prochain fascicule.

J.-A. GRANDVOINNET,
Ingénieur, Professeur de Génie rural.

Paris. — Imprimerie P.-A. BOURDIER, CAPIOMONT fils aîné et Cie, 6, rue des Poitevins.

VI

TISSUS.

GÉNÉRALITÉS.

PAR M. EUGÈNE PARANT, Fabricant de tissus.

Planche VII.

Ferdinand Rohart a écrit :

« Tous les bons praticiens sont en même temps de véritables théoriciens dont « l'intelligence a su déduire la théorie de chacun des faits qui se passaient sous « leurs yeux. Dès qu'ils peuvent expliquer la nécessité ou simplement l'utilité « de telle ou telle manière de faire, ce sont des théoriciens, même sans le savoir, « même sans le vouloir [1]. »

C'est parce que nous nous approprions ce compliment que nous entreprenons d'écrire, de faire de la théorie.

TISSU. — On appelle *tissu* un ouvrage de fils entrelacés.

FIL. — On appelle *fil* un corps flexible, d'une solidité voulue, d'une longueur indéterminée : le fil est cylindrique. Les fils sont de finesses et de poids différents. On estime ces finesses et ces poids en comparant la longueur d'un fil à son poids, ou son poids à sa longueur. Nous parlerons de ce moyen de reconnaître un fil quand nous examinerons les produits filés de l'Exposition.

Nous entrerons aussi dans les détails des mécaniques employées en filature, en passant en revue les machines à filer. Nous devons donner quelques explications sur le principe du filage.

ORIGINES DES FILS. — Les différentes espèces de fils sont formées de matières premières tirées des trois règnes de la nature.

Le *règne minéral* nous donne l'or, l'argent, le cuivre, le laiton, l'amiante, le verre, etc., etc.

Le *règne végétal* nous fournit le chanvre, le lin, le coton, le formium, le chinagrass, le jute, le caoutchouc, etc., etc.

Et du *règne animal* nous tirons la soie, la laine, l'alpaga, les poils de bêtes : de chameau, de chèvre, les crins, etc., etc.

FILS MINÉRAUX. — Les fils d'amiante exceptés, les fils provenant du règne minéral sont obtenus dans des établissements où l'on traite les métaux.

FILS VÉGÉTAUX. — Il y a des analogies, dans les procédés de transformation en fils des matières du règne végétal et des matières du règne animal. Nous parlerons donc, ici, d'une manière générale de l'obtention du fil.

Toutes les matières animales (autres que la soie), ainsi que toutes les matières végétales propres à faire des fils, fournissent ces fils par l'assemblage des fibres.

FIBRES. — Les *fibres* sont les brins des matières, tels que la nature les fournit.

SOIE. — La *soie* est donnée toute filée par la nature, qui a pris pour instru-

1. Guide de la fabrication économique des Engrais (p. 247), 1 vol. in-8, 728 p. Paris, 1858.

ment de cette production un insecte, une chenille : *le ver à soie*. Nous parlerons des procédés à l'aide desquels la soie est enlevée du ver, à propos de l'exposition des produits de l'industrie sericicole.

Fils autres que la soie. — La longueur des fibres est déterminée : il faut en former le corps d'une longueur indéterminée qu'on nomme fil. Pour arriver à ce résultat, on assemble les fibres, on les superpose parallèlement, puis on les *étire* (étirage) de manière à les *échelonner*, en les faisant *glisser* l'un sur l'autre, en ayant soin de n'échelonner que le nombre de fibres nécessaires à obtenir la finesse voulue, calculée sur une longueur déterminée dans un poids fixé d'avance. Après ce glissement, on *tord* (torsion) les fibres pour leur donner de la solidité, de la ténacité. Le fil est fait.

Quenouille. — Cette opération se faisait primitivement à l'aide de la *quenouille* et du *fuseau*. Les brins des matières étaient enroulés autour de la quenouille; la fileuse, avec les *doigts*, étirant les fibres, opérait le glissement, et donnait au fuseau, qu'elle tenait pour y enrouler le fil formé, un mouvement qui formait la torsion.

Rouet. — Depuis, le *rouet* a remplacé le fuseau, et la production a gagné en quantité. La quenouille, le fuseau, le rouet sont connus de tout le monde, nous n'en donnons pas la définition. Disons que l'usage tend à se restreindre tellement, que le rouet ne sert plus guère qu'aux tisserands qui font eux-mêmes leurs fils, et que le fuseau n'est plus guère employé que par les bergers infidèles qui filent pour leur usage de la laine qu'ils prennent sur le dos des moutons confiés à leurs soins.

Il s'en faut que le rouet soit le dernier mot de la filature : comme nous le disons, il devient de moins en moins répandu.

Filature automatique. — De puissantes *machines* ont remplacé la quenouille, le fuseau, le rouet. Aujourd'hui on file mécaniquement, automatiquement. On tisse aussi automatiquement un grand nombre de produits d'une valeur artistique minime.

Carde, peigneuse. — La quenouille est remplacée par les *cardes* et les *peigneuses*.

Banc-a-broches. — Des machines à étirer et à tordre tiennent lieu des doigts de la fileuse : ce sont les *bancs-à-broches*.

Mull-Jenny. — D'autres machines étirant et tordant en fin, remplissent les fonctions du fuseau. Ce sont les *Mull-Jenny*.

Les complications sont telles, pour obtenir des machines ce qu'on obtient si facilement de la main, qu'il faut unir des connaissances spéciales en mécanique à la parfaite connaissance des matières à transformer en fils; car les propriétés particulières, spéciales, de chaque fibre exigent des machines des propriétés particulières, spéciales, correspondant aux leurs; nous aurons donc à parler des matières et des moyens de les traiter.

L'emploi des machines, en augmentant considérablement la production, a diminué sensiblement le prix des produits, et la consommation a joui du bienfait qui s'est étendu jusqu'au point de faire augmenter les salaires. Les économistes prouvent que l'emploi des machines est pour l'humanité un accroissement de richesse, de bonheur.

Les faits prouvent aussi la justesse de ces appréciations.

Nous reviendrons sur les diverses branches de la *filature* lorsque nous étudierons, dans les galeries de l'Exposition, les procédés nouveaux que nous comparerons aux anciens qui, ainsi, seront décrits.

Tissage. — S'il nous a suffi de mentionner la quenouille et le fuseau, la quenouille et le rouet pour établir les principes de la *filature*, il ne nous suffit pas de mentionner quelques instruments de *tissage* pour poser le principe de la fabrication des tissus. Les éléments de cette industrie sont beaucoup moins connus et surtout beaucoup moins compris que les éléments de la filature.

Nous devons donc entrer dans des détails assez étendus au sujet des appareils primitifs employés dans le tissage, et au sujet des caractères des tissus.

Tissus. — Il y a, dans un *tissu*, deux sortes de fils : les fils de la chaîne et les fils de la trame.

Chaine. — La *chaîne* est composée des fils qui suivent la longueur des tissus.

Trame. — La *trame* est composée des fils dans le sens de la largeur des tissus.

Tissage. — L'art du tissage consiste à *entrecroiser* les fils de la trame avec les fils de la chaîne, en faisant passer ceux-là perpendiculairement dans ceux-ci.

Fils. — Dans le tissu formé, les fils de la chaîne conservent généralement le nom de *fils*; les fils de la trame prennent le nom de duites (cependant, à Lyon, on dit des coups).

Ainsi, lorsque nous parlerons des *fils* d'un tissu, nous entendrons désigner des fils de la chaîne; et quand nous voudrons spécifier des fils de la trame, nous dirons des *duites*.

Armures. — La variété des modes d'entrecroisement formant les différences d'aspect, de *grain*, entre les divers tissus, constitue les *armures*.

Avant d'entrer dans les explications utiles pour faire comprendre par quels procédés pratiques on obtient les armures, nous croyons devoir donner une idée de ce qu'elles sont, en prenant un exemple dans ce qu'a de plus vulgaire la fabrication des tissus : la reprise, c'est un moyen neuf que nous recommandons aux vulgarisateurs.

Reprise. — On appelle *reprise*, un raccommodage à l'aiguille d'une portion de tissu enlevée par un trou ou par une autre cause.

La repriseuse doit connaître la contexture du tissu dont elle a à réparer l'avarie. A cet effet, elle analyse ce tissu, en en défilant une partie, elle se rend ainsi compte du mode d'entrecroisement, de l'armure. Elle s'applique à former cette armure là où il y a solution de continuité, en rétablissant dans le sens longitudinal les fils de la chaîne, qu'elle fait ensuite traverser perpendiculairement par une aiguille munie de la duite, en ayant soin de passer cette duite en dessus et en dessous des fils pour reproduire l'aspect du tissu à repriser.

Cela indique que, pour former un tissu, il faut faire passer, dans un certain ordre, les duites dans les fils.

Tissu a l'aiguille. — Supposons que, au lieu d'une reprise, nous ayons à former un tissu par le procédé de la reprise. Nous disposerons des fils en longueur, parallèlement entre eux, tous à égale distance l'un de l'autre, en nombre suffisant pour obtenir une largeur voulue, et tous d'une longueur nécessaire pour obtenir la longueur de la pièce que nous voudrons avoir : ce sera la chaîne. Puis, nous passerons perpendiculairement dans ces fils des duites, à l'aide d'une aiguille, en comptant fil par fil ceux qui doivent être en dessus de la duite, et ceux qui doivent être en dessous de la même duite, en nous dirigeant d'un sens dans l'autre, — soit de gauche à droite; puis nous reviendrons de droite à gauche, dans l'ordre indiqué pour une autre duite, dont, rarement, l'entrecroisement est le même que celui de la première duite; nous continuerons ainsi notre travail, en retournant de gauche à droite, puis encore de droite à gauche, et ainsi de suite : — ce sera la trame.

Lisière. — Disons, en passant, que c'est au point de contact de la chaîne et de la trame, où commence le retour, que se forme la *lisière*.

Ce moyen serait évidemment d'une difficulté telle et prendrait un temps tellement long, que la pièce de tissu deviendrait presque interminable.

Toute armure a, pour base, un nombre de fils et un nombre de duites nécessaires à la formation d'un grain. Ce nombre de fils et ce nombre de duites est ce qu'on nomme un rapport. (A Lyon, on dit un cours.)

Si, pour la formation d'un grain, le rapport est de cinq fils et de cinq duites, l'armure est de cinq fils et de cinq duites; et lorsqu'on a formé cinq entrecroisements, on recommence l'ordre dans lequel ces cinq entrecroisements ont été formés : le sixième fil fonctionne comme le premier; la sixième duite est la répétition du travail de la première; le septième fil répète le deuxième fil; la septième duite répète la deuxième duite, et ainsi de suite.

Nombre d'armures. — Le nombre des armures que l'on peut obtenir est illimité; car, arriverait-on à ne plus trouver de grain nouveau, que par le mariage, la combinaison, le mélange des grains entre eux, on obtiendrait une telle quantité d'armures que jamais les besoins de la fabrication n'en réclameraient l'emploi.

Les armures sont la base des *tissus unis*.

Il y a encore une grande famille de tissus; ce sont les *tissus façonnés*, les armures en sont aussi la base, nous verrons dans quelles conditions.

Distinction des armures. — Toutefois, on ne considère que deux espèces d'armures : les armures primitives et les armures dérivées. (On appelle aussi armures fondamentales celles que nous nommons primitives.)

Armures primitives. — Ce sont celles qui, ayant été connues de tout temps, forment, en quelque sorte, la base de la fabrication des tissus.

Armures dérivées. — Ce sont celles qui, obtenues par le caprice d'un fabricant, sont en dehors des armures primitives, dont elles sont dépendantes au moins par l'emploi des appareils. Exemple : les piqués, les chambords, les grains de poudre, les velours de coton, les étoffes doubles, ce sont ces armures dont le nombre est presque illimité.

Les *armures primitives* sont au nombre de quatre : 1° la *toile* (à Lyon, on dit *taffetas*); 2° le *sergé;* 3° le *croisé;* 4° le *satin*.

En plus de ces quatre armures, il est bon de mentionner les *gazes*, les *velours*.

Toile. — Le tissu *toile* a deux fils en rapport; le troisième répète le premier; le quatrième répète le deuxième; le cinquième le premier, et ainsi de suite. Les duites impaires sont aussi semblables, et les duites paires sont également pareilles entre elles. Fig. 1, F fils, D duites.

La toile a des subdivisions : 1° les *royales*, les *cannelés*, dont deux ou plusieurs fils voisins font le même jeu (on appelle *jeu* d'un fil, le mouvement qui lui est donné pour déterminer l'entrecroisement des duites et des fils); 2° les *reps*, les *gros*, les *poults*, dont deux ou plusieurs duites voisines entrent dans le même pas. (On appelle *pas*, l'ouverture de la chaîne recevant la duite.)

Sergé. — Le tissu *sergé* a, au moins, trois fils et trois duites aux rapports; il peut en avoir un nombre beaucoup plus grand. Son aspect est celui d'un sillon oblique.

Envers. — Il a un *envers*, c'est-à-dire que d'un côté la chaîne paraît plus que la trame qui domine, par contre, du côté opposé. Quand la chaîne constitue la face du tissu prise par l'*endroit*, on dit que le tissu est produit par effet de chaîne. Lorsqu'on prend par *endroit* la face du tissu, où la trame couvre la chaîne, on appelle ce tissu effet de trame.

Endroit du tissu. — On adopte, généralement, pour *endroit*, la face du tissu qui présente le sillon montant de gauche à droite ; et comme le fabricant sait, à l'avance, s'il veut un effet de chaîne ou un effet de trame, il prend la précaution de diriger le sillon dans le sens voulu. La figure 2 est un sergé. F fils de la chaîne, D duites.

Subdivisions du sergé. — Les sergés varient d'après les nombres de fils et de duites aux rapports ; on peut donc en avoir un très-grand nombre.

Croisé. — Le tissu *croisé* a, au moins, 4 fils et 4 duites aux rapports. Il peut en avoir un plus grand nombre. Son aspect est aussi celui d'un sillon oblique. Il n'a pas d'envers, c'est-à-dire que dans cette armure, la chaîne et la trame passent également en dessus et en dessous ; les deux faces sont semblables. On est toutefois convenu d'adopter, pour l'endroit, la face du tissu dont le sillon monte de gauche à droite. La figure 3 représente le croisé. F fils de la chaîne, D duites.

Subdivisions du croisé. — Comme les sergés, les croisés varient d'après les nombres de fils et de duites aux rapports; on peut donc aussi en avoir un très-grand nombre ; la plupart des *diagonales* sont des croisés.

Satin. — Le tissu *satin* a, au moins, 4 fils et 4 duites. On peut le considérer comme un sergé sans sillon. Il a un envers. On distingue le satin effet de chaîne du satin effet de trame. Le nombre des fils et des duites peut être beaucoup plus élevé que 4 ; mais il est bon de dire que dans les combinaisons d'entrecroisements on ne peut pas opérer tous les liages. On appelle *liage* le point ou les points d'intersection des fils et de la duite. La figure 4 représente un satin, F fils de la chaîne, D duites.

Subdivisions du satin. — Les satins varient aussi en raison du nombre de fils et de duites aux rapports.

Gaze. — Le tissu *gaze* est une variété de toile, où les deux fils du rapport s'embrassent au lieu de suivre des routes parallèles. La figure 5 représente une gaze. F fils de la chaîne, D duites.

Nous comptons faire une étude approfondie des tissus gaze à l'Exposition ; c'est l'armure la plus parisienne.

Subdivision de la gaze. — En faisant travailler les gazes dans de certains ordres, on en obtient des effets de sergé, de croisé, de satin.

Velours. — Le *velours* est une armure primitive, à laquelle on lie des fils nommés poils, qui donnent à la surface du tissu un endroit très-caractérisé. Nous n'en parlons que pour le mentionner; nous aurons occasion de le dessiner et d'en parler en examinant les produits exposés.

Moyens de fabrication. — Les moyens qu'on emploie pour fabriquer les tissus ne sont assurément pas ceux que nous avons supposés pour l'explication théorique des armures.

On a cherché des procédés basés sur les rapports dont nous avons parlé à propos de la formation des grains.

Théorie. — Puisque le tissu se forme par l'entrecroisement des fils de la chaîne et des fils de la trame ; puisque le nombre des fils composant un rapport est facile à déterminer, il faut, pour obtenir un tissu, faire mouvoir ensemble tous les fils faisant un même jeu, de façon à avoir pour instrument un nombre d'appareils en fonction égal au nombre de fils composant un rapport en chaîne.

De même, puisque le tissu se forme par l'entrecroisement des fils de la chaîne et des fils de la trame, puisque le nombre des duites composant un rapport est

facile à déterminer, il faut, pour disposer la chaîne à recevoir la trame, des appareils en un nombre qui représente un rapport en trame.

Pratique. — Dans la pratique, on suit presque absolument ces deux règles; cependant, il y a de temps en temps, et dans des cas particuliers, des exceptions en raison de la nature des fils qu'on emploie; nous en verrons les principaux cas dans nos études.

Les instruments dont on se sert pour la production des armures sont les lisses pour la chaîne, les marches pour la trame.

Dans un grand nombre de circonstances, les lisses et les marches sont remplacées par d'autres systèmes. Nous en verrons beaucoup d'exemples, en parlant, dans notre étude, des machines à tisser et des tissus à l'Exposition.

Lisses, lisserons, foule. — On appelle *lisse* la réunion de deux tringles de bois parallèles entre elles nommées *lisserons*, séparées l'une de l'autre d'une certaine distance nommée *foule*, et soutenant perpendiculairement des cordonnets doubles *achevalés* sur elles. Le nombre de ces cordonnets varie d'après le nombre de fils devant passer dans la lisse.

Anneau, lames. — Au milieu de chaque cordonnet est un *œil* ou *anneau* destiné à recevoir les fils de la chaîne. Ces fils y sont passés comme du fil à coudre dans le trou d'une aiguille. Dans quelques pays, les lisses s'appellent *lames*. Nous reparlerons de ces instruments en examinant les harnais qui sont à l'Exposition.

Harnais, équipage, remisse. — L'ensemble des lisses ou lames utiles à la confection d'une armure se nomme *harnais* ou *équipage* (à Lyon, on dit *remisse*). On a autant de lisses à un harnais qu'il y a de fils au rapport de l'armure à tisser, sauf quelques exceptions, comme nous l'avons déjà dit.

Marches. — On appelle *marches* des leviers qui ont pour objet de faire lever les lisses. Il y a autant de marches faisant mouvoir les lisses qu'il y a de duites au rapport de l'armure à tisser, sauf quelques exceptions, comme nous l'avons aussi déjà dit.

Ailerons, bricoteaux. — Les lisses correspondent aux marches par des systèmes de leviers nommés *bricoteaux* (qu'on nomme à Lyon *ailerons*), quand il faut que les lisses lèvent.

Contre-marches. — Les lisses correspondent aux marches par des systèmes de leviers nommés *contre-marches*, quand il faut que les lisses baissent.

Longs-bâtons, cordages, armure. — Les bricoteaux correspondent aux marches par des leviers nommés *longs-bâtons*.

C'est par des *cordages* : 1° que les marches tiennent aux contre-marches; 2° les contre-marches aux lisses; 3° les marches aux longs-bâtons; 4° les longs-bâtons aux bricoteaux; 5° les bricoteaux aux lisses. La figure 6 représente l'ensemble du système. Appliquer les cordages s'appelle armer le métier. De là le nom d'*armure*.

Épure. — Lorsque le fabricant livre à l'ouvrier le matériel nécessaire à la production du tissu, il lui remet une *épure* représentant le montage de son métier. Sur la figure, il représente les lisses et les marches vues en plan, et représentées par des lignes; des lignes horizontales sont les lisses, des lignes verticales sont les marches. Une croix × placée à l'intersection de la lisse et de la marche, indique que la lisse doit lever; l'ouvrier, comptant ses marches et ses lisses pour trouver la place où doit être placée la corde qui fait levier, assujettit cette corde au long-bâton et à la marche.

L'absence de la × indique que la lisse ne lève pas, ou même qu'elle baisse, selon le mode de montage.

La figure 1 représente l'épure pour la toile.
— 2 représente l'épure, pour le sergé, de 3 fils 3 duites au rapport.
— 3 représente l'épure, pour le croisé, de 4 fils 4 duites au rapport.
— 4 représente l'épure, pour le satin, de 5 fils 5 duites au rapport.

D'autres armures demanderaient d'autres épures; les épures des 4 figures sont celles des 4 armures dont les entrecroisements sont représentés en regard.

Métier. — Les instruments que nous avons représentés à la figure 6 pour indiquer le principe, sont l'âme du métier. On appelle *métier* un bâti qui maintient l'appareil à l'aide duquel on fait fonctionner les fils et les duites. Il y en a de plusieurs genres; nous étudierons les principaux d'après ceux de l'Exposition.

Peigne, broches. — Lorsque les fils de la chaîne ont été passés dans les lisses, on les *pique* dans un peigne. On appelle *peigne* un appareil formé de petites lames de métal ou de jonc appelées *broches,* verticalement posées dans deux gaînes perpendiculaires. Entre ces broches passent les fils de la chaîne qui maintiennent ainsi leur parallélisme, et ne dévient d'aucun côté, ce qui maintient la largeur du tissu.

Dent, compte. — Le nombre de fils piqués dans une dent du peigne (la *dent* est l'entre-deux de deux broches), combiné au nombre de dents du peigne dans une dimension donnée (le centimètre et plus souvent le 1/4 de pouce) est ce qu'on appelle le *compte*; nous en reparlerons un peu plus loin.

Préparation et emploi de la chaine. — Les diverses préparations que subit la chaîne avant d'être transformée en tissu sont : 1° le dévidage; 2° l'ourdissage; 3° l'envergeage; 4° le pliage; 5° le nouage. Quelquefois, pour donner de la solidité ou de la raideur à la chaîne, on l'enduit d'une colle (gélatine, colle de pâte, amidon, tapioca, etc.). C'est l'opération du *collage* qui se fait généralement après l'ourdissage. Quelquefois on pare la chaîne; le *parage* est un encollage à la brosse, qui se fait après le pliage, et souvent même après le nouage; pour le tissage mécanique, le parage a lieu lors du pliage.

Dévidage. — Le *dévidage* est une opération qui consiste à enrouler sur un axe un fil arrivé de la filature en écheveaux. On appelle *écheveau* la forme donnée au fil en le repliant sur lui-même.

Ourdissage. — *Ourdir* une chaîne, c'est agglomérer un certain nombre de fils de manière à ce qu'ils forment la longueur de la pièce de tissu, et que, par leur quantité, eu égard au compte, la largeur de ce tissu soit déterminée. L'appareil sur lequel on ourdit une chaîne, s'appelle *ourdissoir :* nous ne le décrirons qu'autant que nous aurons à rendre compte d'ourdissoirs exposés.

Le nom donné à la chaîne lui vient de ce que parmi les diverses manières de recueillir la chaîne (la retirer de l'ourdissoir), une des plus usitées, autrefois surtout, consistait à former des mailles semblables aux anneaux d'une chaîne.

Pliage. — *Plier* une chaîne, c'est l'étendre en divisant les portées dans le rateau pour lui donner sa largeur et ensuite l'enrouler sur l'ensouple.

Portée. — On appelle *portée* la réunion des fils obtenus en descendant et en montant les fils sur l'ourdissoir. C'est ordinairement un assemblage de 40 fils. A Lyon, on a 80 fils à la portée.

Rateau. — Le *rateau* est une espèce de peigne qui prépare la largeur du

tissu par la division des broches entre chacune desquelles on fait passer une demi-portée. On appelle *demi-portée*, la moitié d'une portée. A Lyon, on dit *musette*, et les 40 fils s'appellent musette.

Ensouple. — L'*ensouple* est un cylindre sur lequel on enroule la chaîne pour la porter sur le bâti appelé métier; il y a aussi une ensouple sur laquelle s'enroule le tissu fait.

Nouage, remettage, piègnes, envergeage. — On nomme *nouage* une opération qui a pour but de passer les fils dans le harnais qui a été préalablement disposé à cet effet par le passage dans chaque anneau des lisses de bouts de fils appelés *piègnes*. Ce passage est l'opération du *remettage*. Nous verrons qu'il y a divers remettages. *Enverger* une chaîne, c'est passer les fils pairs d'une chaîne sur un bâton, et les fils impairs sur un autre bâton (ces bâtons s'appellent *verges*), de manière à pouvoir s'emparer de tous les fils l'un après l'autre, soit pour faciliter le nouage, soit pour mener la longueur.

Mener la longueur. — On appelle *mener la longueur*, conduire les verges des lames à l'ensouple.

Préparation et emploi de la trame. — Lorsque l'ouvrier appuie les pieds sur les marches qui doivent lever les fils passés dans les lisses, il se forme deux triangles, l'un dont le sommet est aux verges, la base aux lisses, les côtés des lisses aux verges. Si la chaîne n'est pas envergée, le sommet du triangle est à l'ensouple de derrière ou ensouple de la chaîne.

Le second triangle a pour sommet l'ensouple de devant où est enroulé le tissu fait ou l'extrémité supérieure du tisssû déjà fait, pour base les lisses et pour côtés les fils de l'ensouple aux lisses.

Navette. — Dans ce dernier triangle, et entre les côtés formés par les fils, passe la trame conduite par la navette. La *navette* est un instrument ayant la forme d'une nacelle et qui en a un peu la fonction. Elle conduit la duite d'une *lisière* à l'autre du tissu.

La navette est lancée à la main par l'ouvrier tant que le tissu à faire n'est pas plus large que l'étendue des deux bras courbés presque à angle droit. Quand la largeur excède la dimension dont nous parlons, l'ouvrier lance la duite à l'aide d'un caribari muni de taquets glissant aux extrémités du battant; à défaut de caribari, il faut deux ouvriers.

Caribari. — Le *caribari* ou *fouet* est un système de cordage dont chaque extrémité correspond à chaque extrémité du battant, et dont le milieu est dans la main droite du tisseur.

Taquets. — Les *taquets* sont de petites boîtes en chêne posées obliquement aux extrémités du battant, qui reçoivent, celui de droite la navette quand elle vient de gauche, celui de gauche la même navette quand elle vient de droite.

Ils sont mus par le fouet.

Battant. — Le *battant* est un cadre fixé au bâti sur le devant, entre l'ouvrier et les lisses. Il est mobile, étant soutenu à l'aide de pivots sur des coulisses, et reçoit de la main gauche de l'ouvrier un mouvement de va-et-vient. Il sert à conduire la navette, à entasser par le moyen du peigne qu'il enchâsse la duite, qui entrant dans le sommet du triangle de devant, se trouve ainsi placée. Nous reparlerons du battant en étudiant l'Exposition.

Tisseur. — Le *tisseur* est l'ouvrier qui fait le tissu. Pendant qu'il travaille, le tisseur a tout le corps en mouvement. Les pieds font mouvoir les marches. Il change de marche chaque fois qu'une duite est entassée par le peigne. En

même temps, la main droite tire le caribari, et la main gauche fait mouvoir le battant.

Dévidage. — Le *dévidage* est presque la seule opération que subit la trame après la filature et avant le tissage. Et, encore, ce n'est que lorsque la trame est présentée en écheveaux qu'il est utile de la dévider : quand elle est livrée en bobines ou en canettes, cette opération devient souvent inutile.

Bobine. — On appelle *bobine* la forme donnée au fil de chaîne ou au fil de trame, en l'enroulant, à la filature, autour d'un axe de papier ou autre matière.

Canette. — La *canette* est une petite bobine.

Réduction. — Le nombre des duites entassées dans une dimension donnée (le centimètre, ou, plus souvent, le 1/4 de pouce) est ce qu'on appelle la réduction.

Influence sur l'armure. — L'emploi des matières, le compte, la réduction, les apprêts modifient sensiblement l'aspect de l'armure. Au lieu de démonstration citons un exemple frappant : La toile d'emballage est de même armure que la moire antique la plus élégante.

Tissus façonnés. — Nous ne voulons parler des *tissus façonnés* que lorsque nous les examinerons à l'Exposition. Nous n'en dirons que quelques mots dans cet exposé, pour en faire connaître le principe. Nous ferons des tissus façonnés une étude très-complète, et nous entrerons pour décrire les moyens dans de grands détails, en prenant dans les diverses classes tout ce qui se rattachera à cette branche de la fabrication.

Nous ne saurions trop insister sur ce que nous avons dit : que le nombre des lisses est déterminé par le nombre de fils au rapport de l'armure, et que le nombre de marches est déterminé par le nombre de duites au rapport de l'armure.

Nous avons parlé du compte et de la réduction.

Jacquart. — On peut se faire une idée de la difficulté qu'on éprouverait à exécuter de grands dessins sur des tissus très-serrés, si l'on n'avait pas des procédés ingénieux aidant à produire ces tissus. Plusieurs appareils sont employés en cette circonstance pour faciliter les jeux des fils, nous en aurons plusieurs à citer; nous attendons; mais nous ne voulons pas terminer cet exposé sans mentionner la *mécanique Jacquart*.

Nous la définirons entièrement en faisant connaître les partis qu'on en tire; nous comparerons les inventions nouvelles, dont nous avons déjà étudié le plus grand nombre, à la Jacquart en usage quotidien. Nous nous contenterons de dire maintenant que la mécanique Jacquart peut être définie : un harnais spécial fonctionnant en levée par la commande de marches remplacées par des cartons.

Le nombre d'éléments représentant les lisses peut être considérable.

Le nombre d'éléments représentant les marches est presque infini.

Eugène PARANT.

LES CARTES ET LES GLOBES

A L'EXPOSITION.

PAR M. **ENDYMION PIERAGGI.**

I

Pour l'homme méditatif, qui réfléchit sur toutes les difficultés qui hérissent les chemins de l'instruction et de la science, il est peu de parties de l'Exposition qui offrent un plus grand intérêt que la galerie dite du *Matériel des arts libéraux.* Tout ce qui a trait à la science, depuis le modeste matériel de la plus humble école de filles, jusqu'au puissant télescope de l'astronome, depuis le banc convertible de l'école primaire, jusqu'au météorographe, « cette intelligence *métallique* servie par des organes, » construit par le père Secchi, se trouve réuni dans cette importante section du palais; et nous le disons hardiment, les plus exigeants en matière de pédagogie, trouveront de quoi se satisfaire, et les philanthropes qui cherchent des idées pour la diffusion des lumières, y trouveront des suggestions pratiques de toute nature. Laissant à d'autres collaborateurs le soin de traiter les différentes parties de cette section, nous nous proposons de passer plus spécialement en revue tout ce qui a trait à la géographie, aux cartes astronomiques, aux plans géologiques, tout ce qui a rapport enfin à la description physique de notre univers, tant de notre globe que de ceux qui peuplent les espaces.

Parmi les diverses nations qui se trouvent représentées, du moins pour cette partie, trois tout d'abord semblent se disputer le premier rang : ce sont, par ordre alphabétique, l'Angleterre, la France et la Prusse. Aussi sera-ce sur ces trois-là que nous commencerons par attirer l'attention. L'Angleterre semble, comme à peu près en tout, avoir cherché à se distinguer par le gigantesque, — ce qui, pour la géographie, est loin d'être un mal. Ainsi, M. Black a exposé une carte murale de la seule Angleterre, dessinée par M. Bartholomew, d'une netteté vraiment remarquable, malgré la quantité de détails qu'elle contient, depuis la plus grande rivière jusqu'à l'embranchement de chemin de fer le plus insignifiant. Cette carte, d'une superficie approximative de trois mètres, est construite, dit l'auteur, sur une échelle d'un pouce anglais pour 4 milles (c'est-à-dire au $\frac{1}{253440}$, ou en d'autres termes à un centimètre pour 2 kil. 534 m.). Les parallèles de latitude et de longitude sont indiqués, non plus par séries de dix ou cinq degrés, mais, en raison des dimensions de la carte, par séries de 10 minutes, ce qui permet de saisir les positions avec plus de précision. En outre, le long des côtes, sont indiquées les lignes des diverses profondeurs, ainsi que les bas-fonds, les bancs de sable et les phares.

Immédiatement à côté de cette carte se trouvent celles de M. Nelson, d'Édimbourg, qui a exposé une carte d'Angleterre et une carte de la Palestine, sur une échelle plus réduite, mais offrant cette particularité que les distances à l'équa-

teur et au méridien de Greenwich sont indiquées par distances de cent milles. C'est là, ce nous semble, une idée à propager, comme pouvant contribuer à faire comprendre les distances absolues entre diverses localités, ainsi que les dimensions générales du globe.

La Société nationale pour la propagation de la Bible a aussi, entre autres objets destinés à l'instruction primaire, exposé plusieurs cartes générales, telles que celles de l'Australie, de l'Afrique, de la Nouvelle-Zélande; de ces cartes nous ne dirons pas autre chose, sinon qu'elles sont construites avec un soin suffisant pour donner de bonnes notions sommaires des contrées indiquées, mais ne sauraient dispenser de recourir aux cartes spéciales pour avoir plus de détails. Ce sont, par leurs dimensions et leurs colorations accentuées, d'excellentes cartes de salle et même d'amphithéâtre.

Ici se placent deux classes de plans qui ne touchent pas précisément à la géographie proprement dite, mais que, vu l'importance de leur sujet, nous ne pouvons passer sous silence. Ce sont d'abord les cartes géologiques de M. Bryce Wright, un minéralogiste bien connu au delà du détroit, et dont les habitués du *British Museum* connaissent bien les magasins et les collections géologiques. M. Bryce Wright a exposé dans sa vitrine remplie de curieux et précieux échantillons, des diagrammes indiquant l'ordre des couches constitutives de la croûte terrestre, ainsi que des cartes comparatives des races animales et végétales éteintes et encore existantes. Chez les personnes non initiées ou qui ne le sont que d'une manière superficielle aux révélations de la géologie, ces comparaisons causent d'abord quelque confusion, à cause des proportions en apparence anormales des individus et de leurs formes incohérentes, mais bientôt l'ordre se fait, et l'on retrouve petit à petit dans ces espèces de monstres des deux règnes les prototypes des races contemporaines.

Nous aurons du reste occasion de revenir sur les cartes géologiques, car elles occupent, dans les classes des diverses nations, une place importante.

L'autre classe de plans dont nous voulons parler est celle des plans en relief, dont l'Exposition possède, sauf erreur, cinq échantillons remarquables. Dans la section anglaise, ce sont le plan relief de l'Inde, et celui des puys d'Auvergne, compris entre le bassin de l'Allier et la rivière de Sioule, depuis Riom jusqu'au mont Dore.

Ce plan, construit et exposé par M. Tayler Wilde, modeleur du bureau des fortifications à Woolwich, est destiné, après la clôture de l'Exposition, à faire partie du musée de l'École impériale des Mines, d'après le désir exprès de M. Poulett Scrope, qui l'a spécialement commandé dans ce but. Un autre exemplaire de ce plan est déjà au musée minéralogique de Jermyn street, à Londres. La construction, exécutée sur la carte de M. Lecoq[1] et surveillée par M. Scrope, a exigé trois années de travail assidu et incessant. Ce relief, entièrement construit en plâtre, permet, par ses dimensions de 3 mètres carrés et par les teintes qui distinguent les diverses formations, de saisir avec la plus grande facilité tous les accidents de cette intéressante région de la France.

Le plan relief de l'empire indien, sans offrir précisément le même intérêt, se distingue aussi par ses vastes proportions, qui nous ont paru embrasser une superficie de 13 mètres. Il est tout en carton-pierre, et exécuté par M. Griggs, sous la direction de M. Forbes Watson. Il se distingue surtout par la netteté des détails que les auteurs ont dû prudemment restreindre à la quantité indispensable, et qu'il serait dangereux de dépasser dans une topographie générale,

1. M. Scrope a publié, il y a déjà 35 ans, sur la France centrale, un ouvrage technique dont tout récemment M. Vimont, de Clermont-Ferrand, a donné une excellente traduction

sous peine de créer une confusion qui nuirait à l'exécution et aussi à l'intelligence du travail.

Le bureau du nivellement militaire (*ordnance survey*), dirigé par des officiers d'une profonde science, a exposé des plans de la ville d'Édimbourg et de ses environs, et un plan intéressant de la ville de Jérusalem. En outre, le colonel sir Henri James, une des illustrations de l'état-major britannique, y a ajouté des cartes stellaires, et surtout une carte magnétique, dont nous recommandons l'étude aux amateurs, à cause de la rareté de ces mappemondes. Un détail important à noter, c'est que le prix de ces cartes est d'un bon marché rare, si l'on considère le travail qu'elles ont dû coûter, et les informations intarissables qu'on en peut tirer. Nous faisons des vœux sincères pour que les mappemondes magnétiques et isothermiques soient plus répandues dans les cours de géographie, au lieu d'être, comme actuellement, connues des seuls géographes.

La collection de ce bureau se complète par une série admirable d'atlas géographiques et géologiques, de la plus haute valeur pour l'étude de la topographie et de la minéralogie des îles Britanniques. De plus, à un autre point de vue, la reproduction du *Dooms-day-book* ou cadastre de la conquête par Guillaume le Normand, opérée au moyen de la zinco-photographie, mérite d'attirer l'attention des hommes compétents d'une manière toute spéciale. Toutefois, nous regrettons que M. le commissaire britannique n'ait pas appelé cette attention par une désignation ou une affiche particulière indiquant le contenu de ces petits albums reliés en chagrin, devant lesquels la foule passe indifférente, faute de se douter seulement de ce qui peut s'y trouver. Nous croyons que dans les centaines de mille personnes qui visitent l'Exposition chaque semaine, à peine *dix* personnes ouvrent ces miroirs d'une législation millénaire, reproduite avec la netteté d'un imprimé d'hier. La matière offre pourtant assez d'intérêt à l'érudit, historien ou archéologue, artiste ou vulgarisateur, pour que de tels trésors lui soient convenablement mis sous les yeux.

Enfin, pour terminer ce qui a trait aux cartes de la Grande-Bretagne, nous citerons les cartes murales de MM. Stanford, les géographes de Charing-Cross, et de M. Philips, cartes spécialement construites pour les écoles, sur un système ingénieux et économique, celui du store. Ces cartes sont installées les unes au-dessus des autres, comme des stores roulés, qu'on ne déroule qu'au moment de les employer. La démonstration terminée, on touche un ressort, et la carte se roule de nouveau. Ce système conserve indéfiniment la propreté de la carte, et surtout la garantit des plis et des froissements qui la détériorent en si peu de temps. De plus, on peut échelonner ces cartes-stores les unes au-dessus des autres, et tapisser les murs d'une école d'une manière illimitée, attendu le peu de place qu'elles occupent, lorsqu'on ne les emploie pas.

L'impulsion est donnée pour organiser les écoles primaires; nous engageons vivement les promoteurs de cette organisation à visiter ces échantillons et à s'en faire expliquer le fonctionnement qui, du reste, ne présente aucune espèce de complication.

Somme toute, l'Angleterre, surtout en ce qui concerne l'enseignement pratique de la géographie générale, tient un rang honorable, quoique, nous l'avouons, nous nous attendions à trouver un nombre plus considérable et plus varié de ces cartes auxquelles les Wyld et les Keith Johnstone nous ont depuis longtemps habitué, et dont la salle du *British Museum* offre une si belle collection.

Dans un prochain article, nous parlerons des cartes exposées dans la section française.

E. Pieraggi.

(SUITE. — VOIR LE PREMIER FASCICULE.)

Planches VIII et IX.

§ 3. — Générateurs de la vapeur des machines de navigation.

A l'Exposition universelle de 1855 figurait un très-petit nombre de chaudières marines. Si l'Exposition actuelle n'est pas beaucoup plus riche de ce côté, elle a réuni un assez grand nombre de dessins et de plans figuratifs, dont l'étude ne peut être qu'instructive.

Le plus grand nombre de constructeurs de chaudières, en s'abstenant d'envoyer un spécimen de leur fabrication au Palais du Champ de Mars, ont reculé devant les difficultés et le prix de transport de masses lourdes et encombrantes. Les appareils mécaniques sont, il est vrai, plus lourds et également encombrants, mais les pièces composantes se démontent et peuvent être expédiées en colis moins difficilement maniables. Quoi qu'il en soit, nos investigations devant s'étendre au delà du Palais de l'Exposition, ce chapitre des *Études* aura une utilité relative et absolue.

La faculté de vaporisation des chaudières est un des principaux éléments de la puissance réelle des machines à vapeur de toute catégorie et particulièrement de la puissance des machines marines; elle est intimement liée au rendement économique de l'appareil complet.

On pourrait citer de nombreux exemples de bâtiments ayant une même forme de carène, un même déplacement, une machine et un propulseur exactement de même système et de mêmes dimensions, qui ont donné une vitesse de marche différente, avec la même consommation de combustible, par le seul fait des chaudières produisant de la vapeur *ad libitum*, ou n'en pouvant produire que la quantité nécessaire à la plus grande allure de la machine.

L'opinion des ingénieurs et des mécaniciens est parfaitement d'accord sur ce point :

Il reste beaucoup plus de progrès à atteindre par l'appareil générateur que par la machine elle-même.

De 1740 à 1840, c'est-à-dire de la chaudière en chariot de Watt à la chaudière tubulaire de Séguin, il n'y a eu qu'un seul grand pas de fait.

Cependant, on peut citer intermédiairement la chaudière cylindrique de Woolf, et la chaudière à circulation d'eau chauffée, de Farcot. Le système le plus original, récemment introduit dans la pratique, est celui de Belleville, composé uniquement de tubes contenant l'eau et la vapeur; en étudiant le spécimen qui figure à l'Exposition, il y aura lieu de déduire, par comparaison, si c'est là la chaudière de l'avenir.

Avant de commencer la description des chaudières marines présentées à la critique publique par le seul fait de leur présence au Palais du Champ du Mars, il est nécessaire d'arrêter un moment notre attention sur les principaux types qui se sont succédé dans l'application, et dont quelques-uns sont encore l'objet d'une préférence non motivée par l'habitude.

Toute chaudière doit, en résumé, réunir les qualités suivantes :

1° Résistance en rapport avec le maximum de la pression à supporter.

2° Foyer disposé pour brûler entièrement la quantité de combustible déterminée par les règles de la pratique.

3° Étendue de la surface de chauffe suffisante pour utiliser la chaleur dégagée

par la combustion dans le foyer, et ne laissant qu'une température de 200° à 300° aux gaz évacués par la cheminée.

La chaudière marine doit remplir une quatrième condition : légèreté et moindre encombrement, ce qui ne peut être obtenu aujourd'hui qu'en la construisant avec un métal plus résistant que le fer sous la même épaisseur, en donnant la forme cylindrique à l'ensemble ou tout au moins en s'en rapprochant le plus possible, et en diminuant le volume d'eau qu'elle doit contenir.

L'explication de la vaporisation de l'eau, généralement acceptée, ne répond pas toujours aux questions soulevées par certains faits constants ou accidentels produits dans les chaudières ; nous aurons l'occasion d'en faire la remarque au sujet de la chaudière Belleville. Il ne nous paraît pas hors de propos de rappeler dès à présent les deux théories en présence ; elles aideront à apprécier les motifs qui ont guidé les constructeurs des chaudières marines dont nous allons donner ci-après les croquis d'ensemble.

Lorsque l'eau commence à être soumise à l'action de la chaleur, une circulation rapide s'établit dans la masse liquide ; les couches inférieures, chauffées les premières se dilatent, deviennent plus légères que les autres, s'élèvent et sont remplacées par le courant de l'eau froide qui descend pour s'approcher à son tour du foyer. On voit aussitôt des *bulles* de vapeur qui se forment au fond du vase et qui s'attachent aux parois ; au bout de peu de temps plusieurs d'entre elles se réunissent pour former des bulles plus grosses ; celles-ci se détachent des parois du vase et s'élèvent vers la surface du niveau, mais elles n'y arrivent jamais ; elles rencontrent des courants descendants d'eau encore relativement froide, s'*écrasent*, reprennent leur volume primitif et se confondent avec les autres particules liquides. Bientôt, toute la masse de l'eau est uniformément chauffée ; les bulles devenues plus grosses et plus fréquentes se *condensent* en pétillant avec force ; et enfin, quand la température générale est de 100°, les bulles montent en traversant l'eau *sans être condensées ;* elles se gonflent, s'agglomèrent et éclatent dans l'atmosphère en répandant en abondance de la vapeur ayant la même chaleur que l'eau qui les a produites et en refoulant l'air pour se faire place.

Cette théorie, qui est presque universellement admise, n'est pas acceptée par tous les physiciens. M. Williams Wye, entre autres, la combat dans son ouvrage : *Relation entre la chaleur, l'eau et la vapeur d'eau*, dont l'analyse, faite par M. le capitaine de frégate Bona-Christave, a été publiée dans les *Annales du Génie civil* (1862). M. Williams fait remarquer que l'échauffement et la dilatation du liquide sont deux hypothèses non prouvées ; qu'il n'est donné aucune raison du remplacement de l'eau « devenue plus légère » par l'eau froide ; que les bulles de vapeur ne peuvent jamais adhérer à quoi que ce soit ; que les bulles, soit d'eau, soit d'air, restent toujours visibles jusqu'à la surface ; que la *condensation* bruyante des bulles de vapeur, pendant leur ascension, est contraire aux faits, et que la vapeur ne peut pas avoir la même chaleur que l'eau qui l'a produite. Tous les phénomènes manifestés par la vapeur, ajoute-t-il, dépendent des propriétés nouvelles données par l'augmentation de chaleur aux atomes liquides transformés en fluides élastiques ; mais les atomes de vapeur, dès qu'ils sont formés, conservent-ils et exercent-ils toutes leurs propriétés de fluides élastiques lorsqu'ils sont encore au milieu de l'eau, dans l'intérieur de laquelle ils sont produits et avant leur dégagement ? telle est la question la plus controversée. — Examinant ensuite comment la chaleur s'unit aux liquides pendant la vaporisation, l'auteur expose ainsi sa nouvelle théorie :

Lorsque la chaleur est transmise par *en bas* dans un liquide, elle vaporise d'abord les atomes de la couche qui tapisse le fond du vase ; ces derniers, formés dans l'eau, milieu dont la densité est 850 fois plus grande que celle de l'air, su-

bissent évidemment l'influence de cette densité plus considérable, et leur volume ne peut pas devenir 1728 fois plus grand, comme celui des atomes qui n'ont à supporter que la pression atmosphérique; de plus, ils doivent non-seulement s'élever, mais encore diverger en vertu de leur répulsion mutuelle. Cependant, le nombre de ces atomes de vapeur est si grand et la formation en est si rapide, qu'on en voit une partie s'échapper dans l'air presque aussitôt que l'eau a été soumise à la chaleur. Le volume de l'atome de chaleur, formé au fond du vase, sera donc plus petit dans ce cas que si la chaleur était appliquée au liquide par *en haut;* il augmente en s'approchant de la surface du niveau où il se trouvera dans les mêmes conditions que les volumes des atomes supérieurs vaporisés par la chaleur d'en haut, et il finira par prendre tout son développement.

Ces couches, tapissant le fond, ne peuvent pas s'élever tout d'une pièce au fur et à mesure qu'elles sont vaporisées; elles se brisent et montent par parties détachées affectant certaines formes dont on peut observer l'apparence à l'aide d'une bougie ou de la lumière du jour. Ce sont des ondes semblables à des vagues, qui se meuvent au fond du vase et qui s'élèvent comme des nuages au travers de la masse d'eau; ces ondes restent visibles jusqu'à ce que l'agitation de l'ébulition trouble l'uniformité de leur mouvement. Pendant que la vapeur continue à monter et à se répandre dans l'atmosphère, la température s'accroît dans la masse liquide d'une manière assez uniforme pour justifier l'hypothèse de la diffusion, principe de la loi de Dalton.

En résumé, on peut énoncer les conclusions suivantes :

1° L'ébullition ou la formation des bulles n'est que l'agglomération soudaine des atomes de vapeur *déjà formés* existant dans la *masse liquide,* et dont le groupement est diminué par le contact de quelques parcelles ou de quelques *pointes* de matière étrangère, qui leur sont présentées par accident ou avec intention.

2° Ces agglomérations sont composées exclusivement des atomes de vapeur qui sont en excès de saturation.

3° La quantité de vapeur nécessaire pour saturer un liquide est en rapport constant, d'une part, avec la densité de ce liquide, et, d'autre part, avec la force de répulsion mutuelle, exercée individuellement par chacun de ses propres atomes.

4° L'ébullition n'a aucune relation avec la quantité ou le nombre d'atomes liquides qui peuvent être transformés en atomes de vapeur sur une surface donnée; mais elle dépend du nombre des atomes susceptibles de se grouper ou de s'agglomérer.

5° Les atomes de vapeur, s'ils ne se réunissaient pas en groupes s'élèveraient isolément au fur et à mesure qu'ils seraient formés, tout en restant invisibles, par suite de l'accroissement de leur volume et de la diminution de leur poids spécifique, et parvenus à la surface extérieure, ils se dissiperaient dans l'air.

Nous verrons plus tard, si cette théorie explique la vaporisation abondante dans les chaudières où l'eau est renfermée dans des tubes de petit diamètre et n'a pas de communication libre et directe avec un réservoir de vapeur.

L'influence de l'étendue de la surface de chauffe a été une des grandes causes de l'insuccès des premières tentatives faites pour appliquer la machine à feu à la navigation. Aujourd'hui encore, elle entre avec une valeur trop grande dans le coefficient pratique avec lequel il faut, en fin de compte, multiplier le résultat prévu. Un inventeur d'*hier,* dont nous connaissons le projet, ignore peut-être que son idée de chaudière marine à carneaux circulaires a été exécutée il

y a plus d'un siècle, et que l'appareil dont nous donnons ci-dessous la disposition (fig. 1) a déjà été essayé sur un bateau.

Le dessus de la chaudière CC, en forme de calotte sphérique, présente une résistance suffisamment grande, sans tirants ni armatures, à la basse pression alors en usage (de 30 à 40 centimètres de mercure). Du fourneau B, la flamme se dirige par le conduit *a* dans la galerie circulaire *b d e*, et la fumée gagne la cheminée par *f*.

Le corps de chaudière est logé en partie dans une maçonnerie où se trouve ménagé le cendrier A.

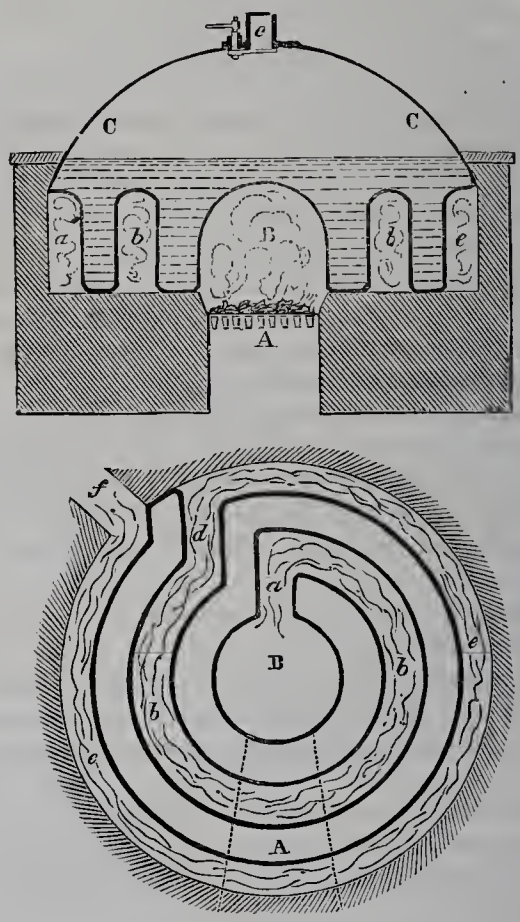


Fig. 1.

Cette chaudière est surtout remarquable par l'étendue de la surface de chauffe totale obtenue avec des formes résistantes et sous un volume relativement peu encombrant. Dans tous les cas, c'est le point de départ des quelques essais intéressants qui ont été faits à une époque qui n'est pas encore éloignée de la nôtre.

L'expérience nous a appris, depuis, qu'il n'était pas avantageux, au point de vue de la transmission de la chaleur à travers une surface métallique, d'obliger la flamme à se courber continuellement, parallèlement à sa direction de départ.

La fig. 2 représente, en coupe longitudinale et en coupe horizontale passant par le dessus de la grille G, la chaudière à carneaux de Watt, dite encore *chaudière à tombeau*. La flamme et les gaz chauds, circulant dans les galeries longi-

tudinales FF, chauffent l'eau contenue dans les lames d'eaux LL, qui font séparation d'une galerie à l'autre; ils aboutissent à la cheminée H commune aux deux corps de chaudière. Le fourneau *f* G est intérieur au corps de chaudière, de même que le cendrier C. L'autel A est en maçonnerie ; le plus souvent, il est formé par une lame d'eau communiquant à celle qui règne à la partie inférieure de la chaudière.

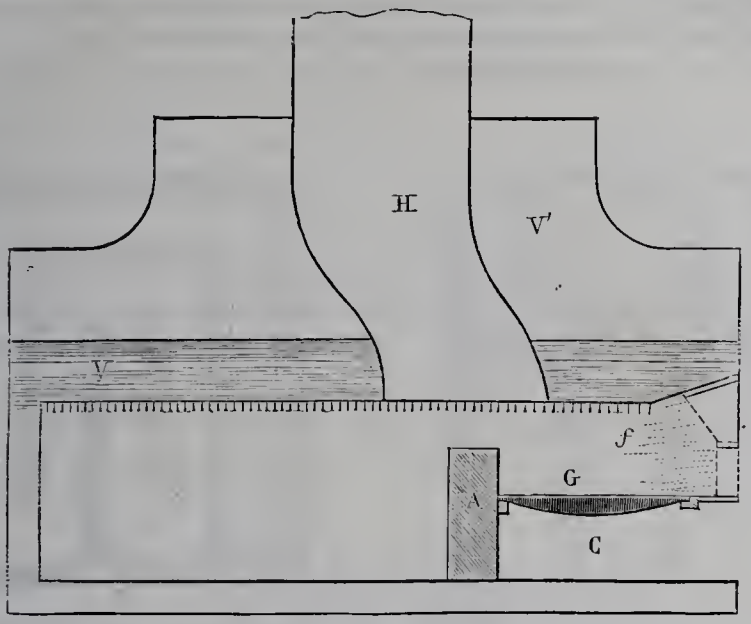


Fig. 2.

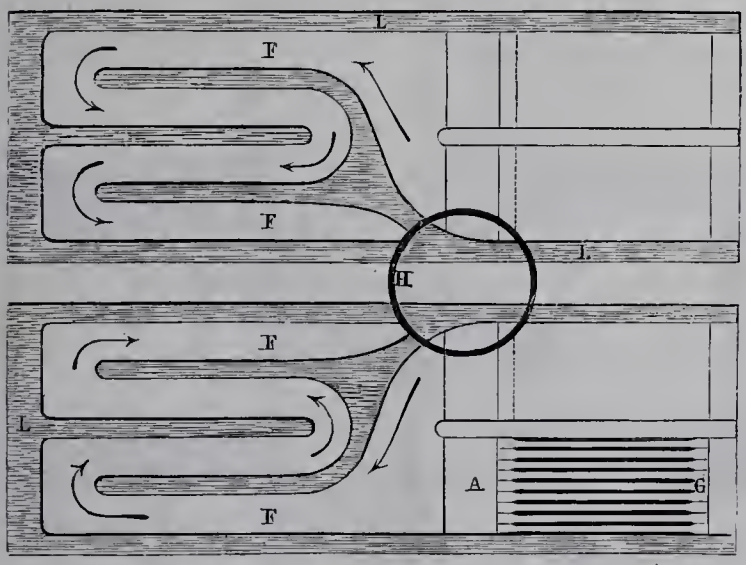


Fig. 3.

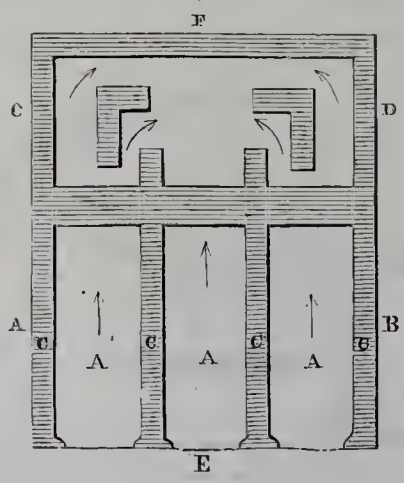
Quelle que soit la théorie admise de la vaporisation de l'eau, la chaudière représentée ici a des dispositions intérieures très-favorables au dégagement de la vapeur du coffre à eau V au coffre à vapeur V'. C'est surtout sur ce point que porte la critique des chaudières tubulaires dont l'usage a prévalu.

L'encombrement, le poids, les formes planes beaucoup moins résistantes que les formes circulaires, sont des raisons sérieuses pour faire accorder la préférence

au système tubulaire sur le système à galeries. La question de meilleure utilisation de la chaleur fournie par le combustible consommé, a été décidée un peu prématurément en faveur de la chaudière à tombeau. Il est logique d'admettre que, toutes choses égales d'ailleurs, la promptitude avec laquelle on obtient de la vapeur après la mise en feu, doit dépendre des mêmes causes qui donnent à l'appareil générateur la puissance vaporisatrice continue. La comparaison est, sur ce point, complétement favorable à la chaudière tubulaire. — Nous établirons plus tard tous les résultats comparatifs des systèmes en usage.

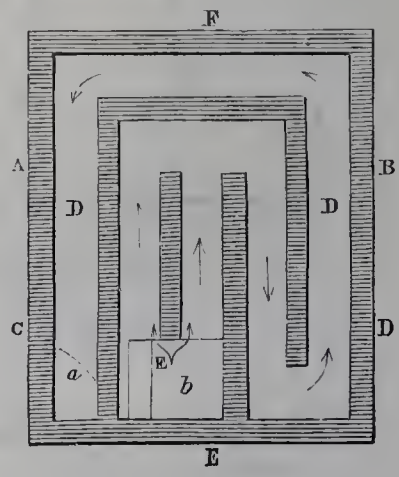
Les pointes métalliques fixées sur la partie supérieure du fourneau et des

Fig. 4.



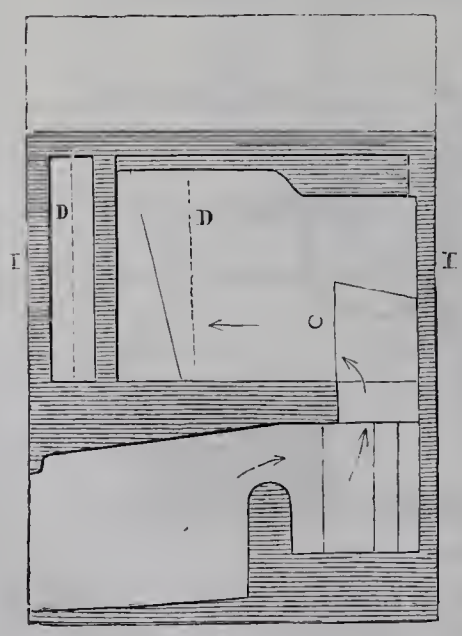
Coupe horizontale suivant G H de la fig. 7.

Fig. 5.



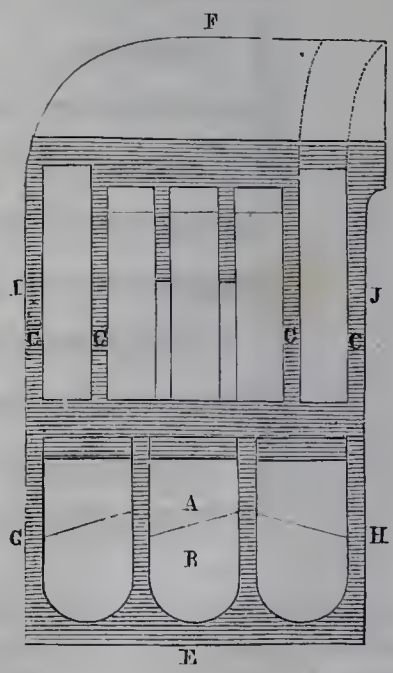
Coupe horizontale suivant J J de la fig. 7.

Fig. 6.



Coupe longitudinale suivant E F des fig. 7 et 8.

Fig. 7.



Coupe verticale suivant A B de la fig. 4.

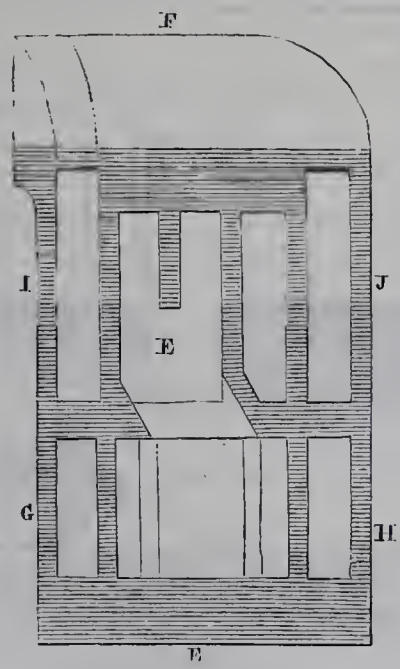
galeries (fig. 2) ont pour but de présenter des conduits de dégagement de la chaleur dans le liquide à chauffer, et d'arrêter sensiblement la flamme qui *fuit*

trop vite vers la cheminée ; l'application de cette idée fondée en théorie, ne s'est pas généralisée dans la pratique.

La trop grande profondeur des fourneaux par rapport à leur longueur est une cause de mauvaise combustion. L'air qui entre par le cendrier, passant presque en totalité dans le fourneau par la partie Avant de la grille, le combustible placé sur la partie Arrière manque d'oxygène, ne brûle qu'imparfaitement, ou bien encore le travail pénible qu'exige l'entretien de cette partie trop éloignée de l'ouverture du fourneau la fait négliger par le chauffeur ; l'air froid, qui peut alors entrer dans les carneaux par le vide des grilles, produit un refroidissement des gaz et nuit à l'ensemble de la combustion.

Dans le but de diminuer l'encombrement en largeur, ne rencontrant aucun inconvénient à le reporter sur la hauteur, on a construit la chaudière à galeries superposées aux fourneaux, représentée par les fig. 4, 5, 6, 7 et 8, donnant la disposition intérieure et l'ensemble à l'échelle de 1/72. AA fourneaux, *a* origine de la cheminée, BB cendriers, D carneaux situés au-dessus du fourneau, *b* conduit où arrive la fumée avant de se diriger dans les carneaux, E flèches indiquant sur la fig. 5 les directions de la fumée.

Fig. 8.



Coupe verticale suivant CD de la fig. 4.

Ces chaudières ont été construites par Maudslay et Field. A l'emploi, elles ont donné des résultats très-satisfaisants.

La chaudière à foyers superposés n'a pas répondu à l'attente des inventeurs. Les fig. 9, 10, 11, 12 et 13 en reproduisent la disposition.

Fig. 9. Vue en élévation de face.

— 10. Coupe verticale transversale passant par l'axe de la cheminée.

— 11. Coupe verticale longitudinale passant par le milieu de la largeur de la grille du fourneau du milieu.

Fig. 12. Coupe horizontale passant par le dessus de la grille supérieure.

Le seul bénéfice d'un pareil système est de diminuer la longueur de la chau-

Fig. 9.

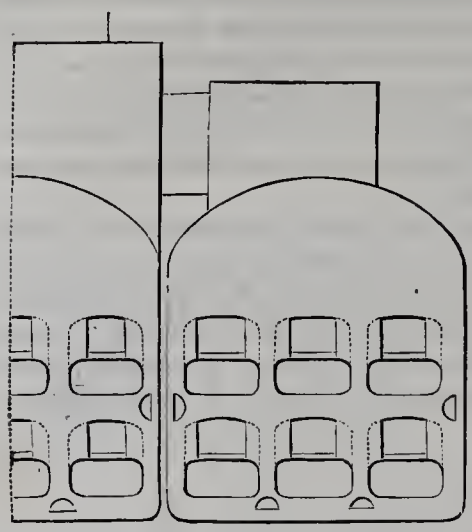


Fig. 10.

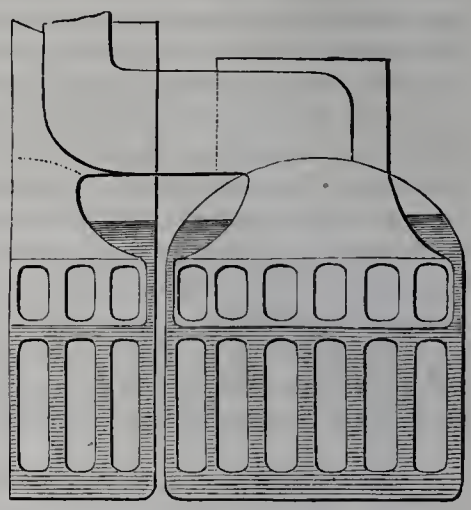


Fig. 11.

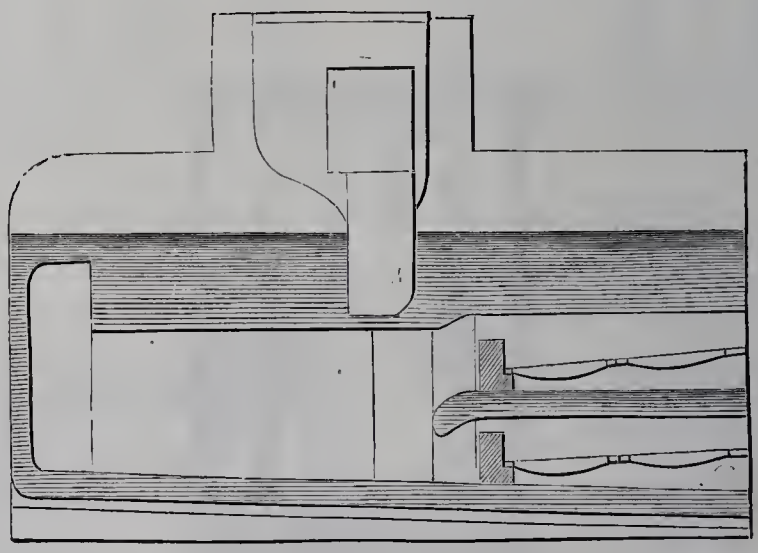
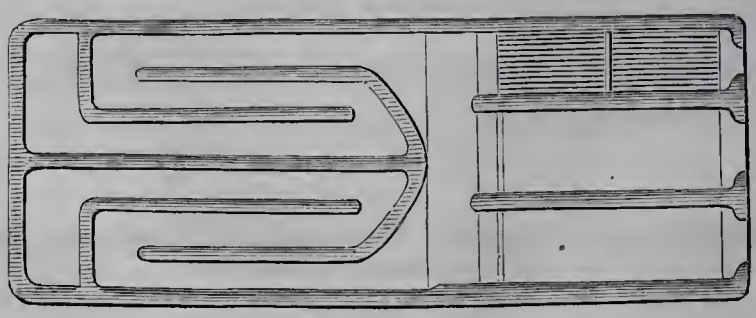


Fig. 12.

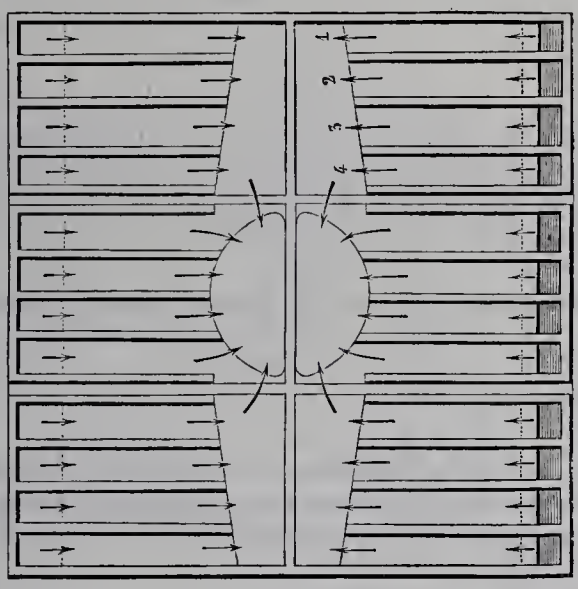


dière sans augmenter sa hauteur en proportion. Les inconvénients sont : 1° Difficultés pour le chauffeur ayant à conduire un fourneau situé trop bas et un

autre trop haut ; 2° étranglement en hauteur des cendriers ; 3° production plus grande de fumée, au lieu de la diminution que l'on se proposait d'obtenir ; 4° refroidissement de la vapeur formée dans la lame d'eau intermédiaire aux deux fourneaux, parce que la tôle supérieure de cette lame forme le fond du cendrier du second fourneau superposé au premier.

Dans les chaudières à fourneaux superposés, les carneaux supérieurs des fourneaux des côtés aboutissaient à un conduit commun conduisant à la cheminée, et ceux des fourneaux du milieu débouchaient directement dans celle-ci. Les six corps formant l'ensemble du générateur de vapeur étaient dos à dos et divisés en deux parties comprenant trois corps ou douze fourneaux chacune (fig. 13).

Fig. 13.



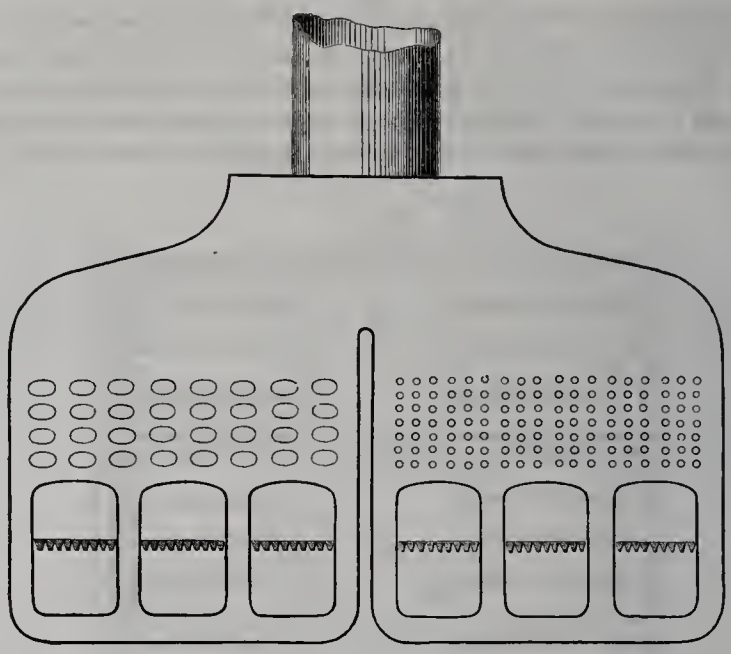
Par la direction des flèches indiquant les courants gazeux partis de chaque fourneau, on comprend qu'il devait y avoir conflit aux orifices de débouchement dans le conduit commun. Le tirage dans les corps de chaudière extrême était inférieur à celui des corps du centre.

La question de préférence à accorder aux grands tubes sur les petits tubes paraissait tranchée par une preuve expérimentale : La chaudière représentée en coupe verticale, fig. 14, porte pour les trois fourneaux de gauche des tubes cylindriques de 76 millimètres de diamètre, et pour les trois fourneaux de droite des tubes méplats de 178 millimètres sur 127 millimètres. Les petits tubes ont souvent réclamé des réparations coûteuses, et, bien que la somme de leur surface fût double de celle des grands tubes méplats, ils fournissaient moins de vapeur. Ces résultats étaient dus, non pas au petit diamètre du conduit, mais au trop grand rapprochement des tubes l'un de l'autre et à l'insuffisance de rigidité des plaques de tête.

Un fait isolé ne saurait confirmer une vérité par déduction, car, il faut le dire, la chaudière à tubes de 76 millimètres a donné lieu à des critiques exagérées dont les résultats d'une pratique continue ont fait justice.

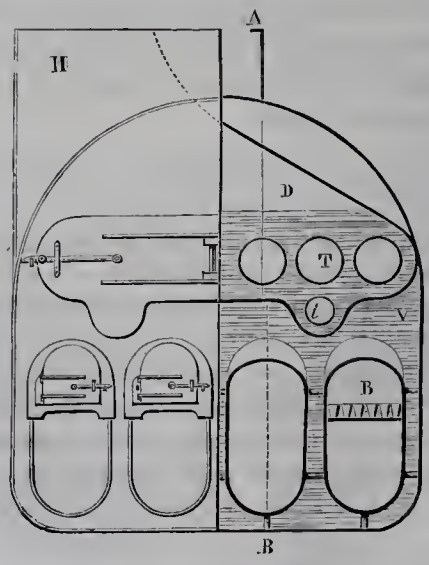
La chaudière du *système mixte* porte de petits tubes et de grands tubes. On se propose ainsi de réunir les avantages des carneaux à ceux des conduits tubulaires à faible diamètre.

Fig. 14.



Les fig. 15 et 16 font voir la disposition de ce système. Il est à regretter qu'une longue mise en service ne soit pas encore venue accuser des résultats instructifs. — Les lettres de repère indiquent les mêmes détails sur les deux figures.

Fig. 15.

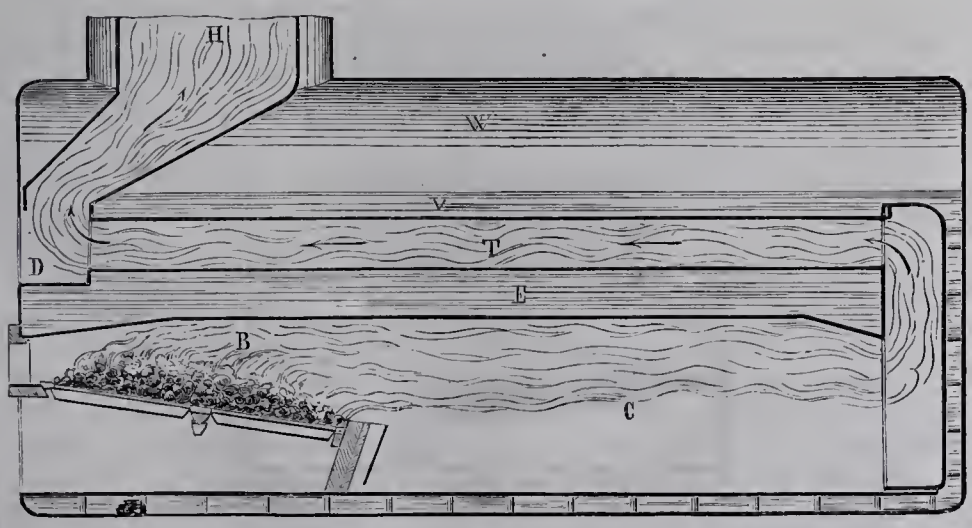


Vue de face et coupe transversale par le milieu de la longueur des deux fourneaux.

Un appareil de vaporisation pour une machine de 160 chevaux de force nominale a les dimensions suivantes :

	Pour un corps de chaudière représentant 80 chevaux.	Pour les deux corps.	Par force de cheval.
Nombre de corps de chaudière 2	»	»	»
Nombre de fourneaux par corps 4	»	»	»
Largeur des foyers ..... $0^{m},52$	»	»	»
Profondeur des foyers ..... $2^{m},52$	»	»	»
Hauteur des fourneaux ..... $1^{m},17$	»	»	»
Surface des grilles	$4^{m2},78$	$9^{m2},56$	$0^{m2},059$
Aire du vide entre les grilles	$0^{m2},956$	$1^{m},912$	»
Aire de l'entrée des cendriers	$1^{m2},268$	$2^{m},536$	»
Volume des cendriers	$2^{m3},360$	$4^{m},600$	»
Diamètre extérieur des grands tubes .. $0^{m},334$	»	»	»
Diamètre intérieur des grands tubes .. $0^{m},320$	»	»	»
Diamètre extérieur des petits tubes .... $0^{m},270$	»	»	»
Diamètre intérieur des petits tubes ... $0^{m},262$	»	»	»
Longueur des tubes ..... $5^{m},32$	»	»	»
Aire de la section des tubes	$0^{m2},538$	$1^{m2},076$	»
Diamètre de la cheminée ..... $1^{mt},20$	»	»	»
Aire de la cheminée ..... $1^{m2},23$	»	»	»
Hauteur de la cheminée au-dessus des foyers ..... $10^{mt},00$	»	»	»
Surface de chauffe des foyers	$12^{m2},768$	$25^{m2},536$	»
Surface de chauffe — des grands carneaux L ...	$47^{m2},880$	$95^{m2},760$	»
Surface de chauffe — de la chambre à feu	$9^{m2},717$	$19^{m2},434$	»
Surface de chauffe — de la chambre à fumée ...	$2^{m2},400$	$4^{m2},800$	»
Surface de chauffe — des gros tubes	$32^{m2},400$	$64^{m2},800$	»
Surface de chauffe — des petits tubes	$9^{m2},020$	$18^{m2},040$	»
Surface de chauffe totale	$114^{m2},185$	$228^{m2},370$	$1^{m2},42$
Volume de la vapeur	$11^{m3},245$	$22^{m3},490$	158 litres
Volume de l'eau	$13^{m3},122$	$26^{m3},244$	164
Poids de la chaudière sans eau	$17^{tx},533$	$35^{tx},066$	»
Poids de la chaudière avec eau	$30^{tx},655$	$61^{tx},310$	»

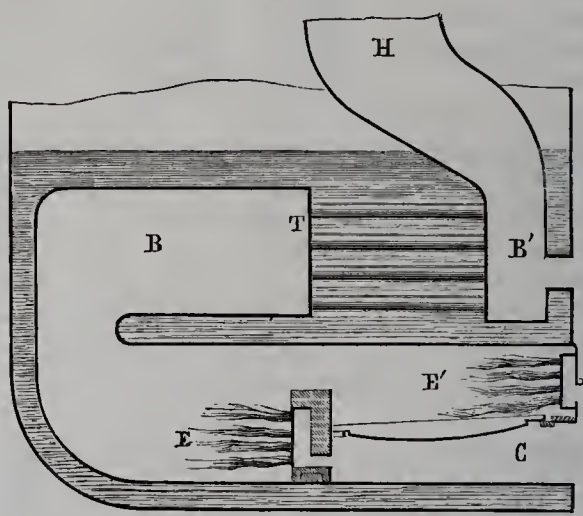
Fig. 16.



Coupe suivant A B de la fig. 15.

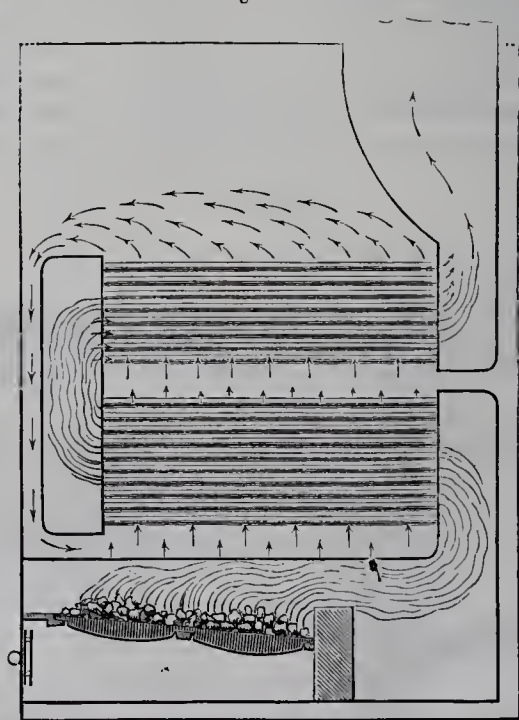
Les longs tubes à faible section fléchissent, ils se remplissent promptement de suie et de cendres entraînées par le tirage ; par le fait de leur longueur, le tirage y est trop vif, la flamme y passe trop rapidement, et la gerbe qui sort du fourneau, en se divisant pour passer dans les tubes, s'éteint en partie ; tel est le résumé des critiques plus ou moins fondées dont les conduits tubulaires ont été l'objet. On a cherché à mieux faire en construisant la chaudière à tubes courts figurée ci-dessous.

Fig. 17.



De la chambre à feu E', la flamme passe dans le carneau B, là elle se divise pour passer dans les tubes T. — Cette chaudière a donné d'excellents résultats.

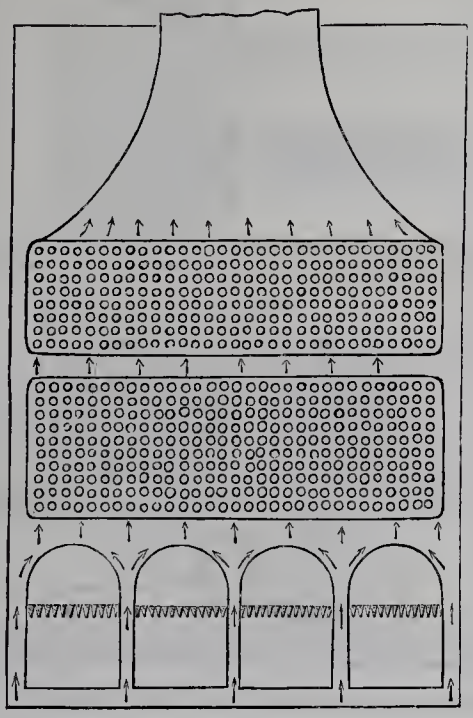
Fig. 18.



Le désir d'obtenir une très-grande surface de chauffe, en ménageant la lon-

gueur de la chaudière, sans compter avec sa hauteur, a fait imaginer la disposition indiquée par les figures 18 et 19.

Fig. 19.



La flamme serpente en deux retours et passe dans deux séries de tubes et dans deux carneaux. Résultats très-médiocres.

Par une combinaison heureuse de tubes verticaux et horizontaux et de carneaux, on a obtenu le type reproduit à la page suivante (fig. 20).

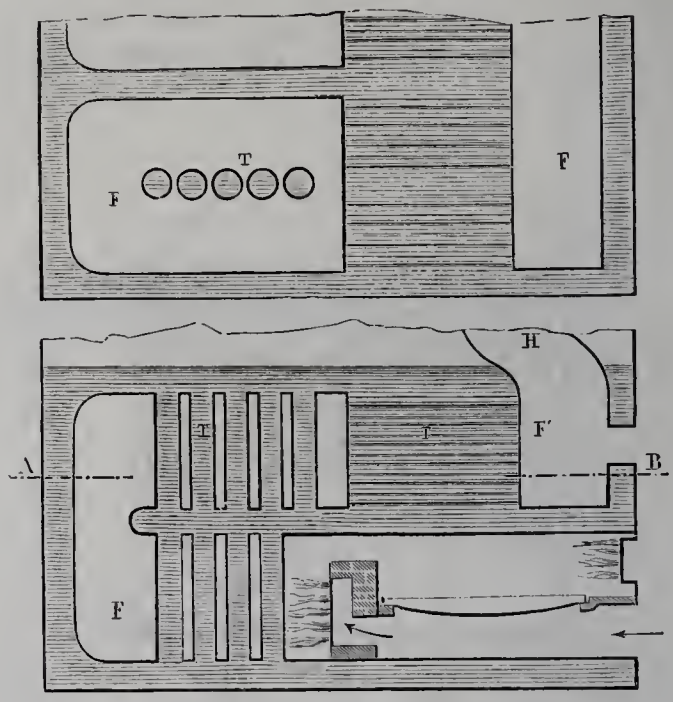
Chaque fourneau est séparé, comme à l'ordinaire, par une lame d'eau qui s'étend jusqu'à 0m,35 au delà de l'autel. C'est dans l'espace situé derrière l'autel que s'effectue l'union des gaz et de l'air des deux fourneaux; de cette manière, le dégagement du gaz est uniforme. Au lieu de prolonger la lame d'eau, on y a placé des tubes verticaux TT, dans lesquels *l'eau circule* et qui servent d'étais et de supports aux ciels des carneaux supérieurs et inférieurs. Ces tubes ont 0m,152 de diamètre pour que les courants verticaux de l'air et de la vapeur puissent circuler librement.

Les critiques plus ou moins fondées dont les chaudières à grands carneaux et celles à tubes font l'objet, sont en partie évitées par le type remarquable de générateur à lames d'eau, breveté par les inventeurs Lamb et Summers.

Les tubes y sont remplacés par des lames d'eau verticales *m* (fig. 21), séparées par des conduits de même forme L, qui aboutissent de la chambre à feu à la chambre à fumée et dans lesquels circulent les gaz enflammés, après leur sortie du foyer ; les faces verticales de ces conduits sont consolidées par des tirants, qui traversent verticalement les conduits de flamme. Les entretoises en fer *n*, qui traversent les carneaux, consolident les tôles et remplissent l'office de con-

ducteurs de chaleur, comme les tiges placées sur le ciel des fourneaux de la chaudière, représentés fig. 3, page 117.

Fig. 20.



Le système de générateur ci-dessous (fig. 21) a obtenu, en Angleterre, une fa-

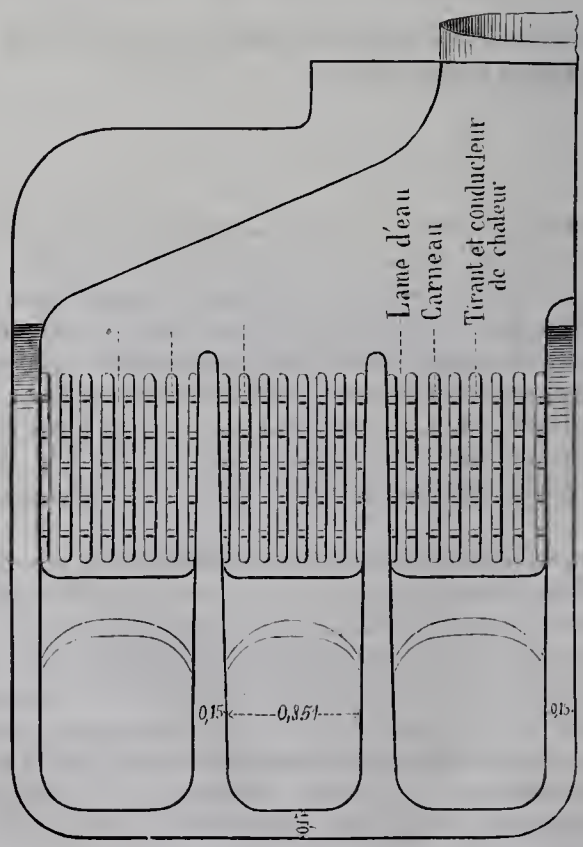


Fig. 21. Coupe verticale transversale passant par le milieu de la longueur des fourneaux.

veur méritée. Le seul reproche qu'on lui fait, c'est de présenter des difficultés sérieuses pour les réparations dans les carneaux et l'impossibilité d'y aveugler une fuite, en marche, comme on le fait presque instantanément dans un tube en le tamponnant à chacune de ses extrémités.

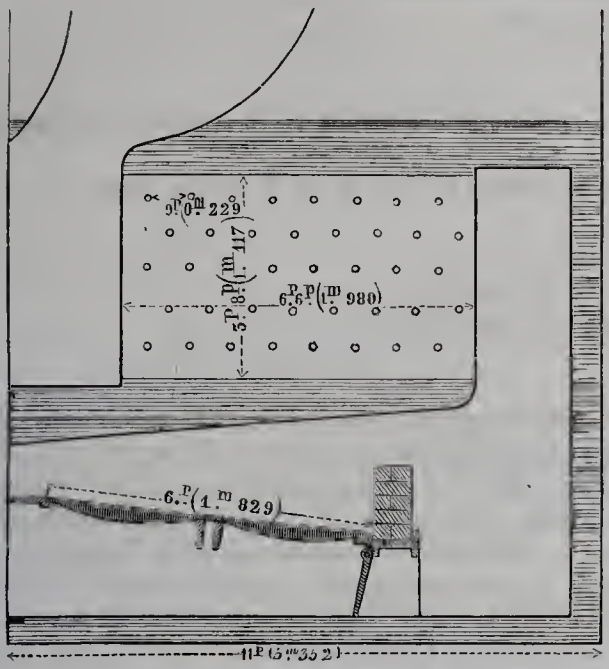


Fig. 22. Coupe verticale passant par l'axe longitudinal d'un fourneau.

Les dimensions suivantes se rapportent à un jeu de chaudières à lames d'eau, destiné à une machine de 450 chevaux.

Nombre de corps de chaudière		4
Longueur de chaque corps de chaudière		$2^m,88$
Largeur de chaque corps de chaudière		$4^m,56$
Hauteur des chaudières		$3^m,76$
Longueur totale de l'encombrement des chaudières		$11^m,18$
Foyers.	Longueur	$9^m,28$
	Largeur	$2^m,728$
	Hauteur	$0^m,975$
	Nombre dans chaque corps de chaudière	5
	Nombre total de foyers	20
	Longueur des grilles	$2^m,15$
	Largeur des grilles	$0^m,725$
	Écartement des grilles	$0^m,015$
Courants de flammes verticaux.	Longueur	$1^m,97$
	Largeur	$0^m,039$
	Hauteur	$1^m,16$
	Nombre par corps de chaudière	35
	Nombre total	140
	Section	$6^{m2},496$
Hauteur de la cheminée au-dessus du seuil de la porte des foyers		$15^m,80$
Diamètre de la cheminée		$2^m,04$
Surface des grilles		$30^{m2},96$

Surface de chauffe.	directe des foyers	$55^{m2},95$
	des boîtes à retour de flammes	$43^{m2},00$
	des courants de flammes verticaux	$639^{m2},85$
Surface de chauffe totale		$738^{m2},77$
Section des courants de flammes verticaux		$6^{m2},496$
Section de la cheminée		$3^{m2},2628$
Rapport entre la section de la cheminée et la section des courants de flamme		:: 1 : 2
Rapport entre la surface des grilles et la section des courants de flamme		:: 5 : 1
Rapport entre la surface de chauffe et le volume d'eau		:: 105 : 1
Volume d'eau		$69^{tx},839$
Volume de vapeur		$52^{m3},076$
Volume total de la chaudière		$121^{m3},906$
Poids d'un corps de chaudière		25.680 kil.

De la théorie et de la pratique est née la chaudière tubulaire, actuellement en usage dans la grande navigation en France et en Angleterre. Le spécimen qui figure à l'Exposition doit être un sujet d'étude pour les ingénieurs et les constructeurs. Les détails y ont été étudiés avec soin, les dimensions, les dispositions répondent aux exigences de l'emploi spécial de l'appareil. Sans doute le système tubulaire, à retour de flamme, n'est pas encore le *desideratum* poursuivi depuis que Fulton a prouvé que la vapeur pouvait devenir une des bases de la puissance maritime et commerciale d'une nation, mais jusqu'à ce jour, il s'en rapproche le plus, et le type que nous allons décrire, avec tous les détails nécessaires à la construction, ne sera remplacé que le jour où la chaudière à *circulation forcée* aura affirmé, par un emploi de longue durée, la supériorité qu'on lui attribue aujourd'hui.

La pl. VIII contient six figures représentant un des corps de la chaudière tubulaire à retour de flamme, fournissant la vapeur aux machines de 900 chevaux nominaux qui fonctionnent à l'Exposition.

Les quatre corps réunis à l'Exposition forment l'ensemble de l'appareil générateur pour la consommation de vapeur d'une machine de 450 chevaux.

Légende des figures de la pl. VIII.

Les mêmes lettres désignent les mêmes détails dans les six figures.

A. Autel.
AR. Soupape d'arrêt.
AL. Tuyau d'alimentation.
bb°. Barre d'appui pour les outils de chauffe.
C. Cendrier.
D. Tuyau d'évacuation de la vapeur par la soupape de sûreté.
d. Rondelles de consolidation des tirants.
*d*¹. Robinet de vidange.
e. Entretoises.
ex. Tuyau de l'extraction continue.
F. Boîte à feu.
FN. Fourneau.

f. Patte de fermeture des portes.
G. Grille.
H. Cheminée.
HL. Portion de la cheminée destinée au quart du nombre total de corps de chaudière que comprend l'appareil générateur.
h. Tuyau interieur de l'extraction continue.
L. Lames d'eau.
LA. Levier de soulèvement à la main de la soupape de sûreté.
lv. Levier de charge de la soupape de sûreté.
M. Boite à feu.
M'. Culotte de la cheminée.
M¹. Manomètre.
m. Soupape atmosphérique.
N. Colonne de bronze creuse, qui porte le tube niveleur.
nn. Cornières verticales sur lesquelles sont fixés les tirants horizontaux qui passent au-dsesus et au-dessous des faisceaux de tubes.
P. Porte des boîtes à fumée.
P°. Porte du cendrier.
PV. Prise de vapeur.
p. Contre-poids de la soupape de sûreté.
pt. Patins en cornière, sur lesquels les tirants sont fixés.
R. Porte de regard et de vidange.
r. Trous percés dans l'autel, pour une injection d'air dans la boîte à feu.
S. Soupape de sûreté.
SF. Surface de chauffe.
s. Sole du fourneau.
TT. Tubes formant carneau.
t. Tirants de consolidation.
th. Trou d'homme.
1. 2. 3. Système de tiges et de manivelles pour manœuvrer à la main la soupape de sûreté.
4. 5. 6. Robinets de jauge.
7, 8. Supports intermédiaires des grilles.
9. Tuyau et robinet de vapeur pour l'extinction du feu dans les soutes à charbon.

Données numériques pour 900 chevaux.

Épaisseur de la tôle de l'enveloppe.	Fond.	14	millimètres.
	Faces verticales.	11	—
	Contour ou coffre à vapeur.	11	—
	Dôme.	10	—
Épaisseur de la tôle des foyers.	Cendriers, faces verticales et ciel.	11	millimètres.
	Porte du foyer.	10	—
	Porte du cendrier.	5	—
Épaisseur de la tôle des boites à feu.	Ciel et face opposée à la plaque à tubes.	11	millimètres.
	Faces verticales latérales.	10	—
Épaisseur des plaques à tubes		16	millimètres.
Épaisseur de la tôle des boites à fumée.	Fond.	14	millimètres.
	Faces verticales latérales.	10	—
	Porte et contre-porte.	5	—

Épaisseur de la tôle des conduits de fumée intérieure. 10 millimètres.

Cornières..., 75 millimètres de côté pèsent 11 kilogrammes le mètre.

Épaisseur de la tôle de la cheminée.	Tôle du contour.	5 millimètres.
	Tôle des divisions.	5 —
Tubes en laiton.	Longueur.	2 mètres.
	Diamètre extérieur.	75 millimètres.
	Diamètre intérieur.	70 —
Tirants longs... Fer carré; dimensions des côtés.		40 millimètres.
Surface de grille.	Pour un foyer.	$1^{mq},336$
	Pour 36 foyers donnant. . . . . 800 chevaux de force.	$48^{mq},816$
	Par cheval nominal.	$0^{mq},061$
Section d'ouverture des cendriers.	Pour un conduit.	$0^{m},300$
	Pour 36 conduits. . . . . ou les 0,221 de la surface de grille.	$10^{mq},800$
Section des tubes avec bagues, de $0^{m},065$ de diamètre intérieur.	Pour un tube.	$0^{mq},003318$
	Pour un foyer.	$0^{mq},212352$
	Pour 36 foyers. . . . . ou les 0,156 de la surface de grille.	$7^{mq},644672$
Section de la cheminée. . . . . ou les 0,139 de la surface de grille.		$0^{mq},05$
Surface de chauffe par foyer.	Foyer et boîte à feu.	$5^{mq},6382$
	Surface intérieure des 64 tubes.	$28^{mq},1472$
	Surface totale par foyer.	$34^{mq},8314$
Surface de chauffe.	Pour les 36 foyers.	$1252^{mq},9308$
	Pour cheval.	$1^{mq},567$
Volume d'eau.	101 mètres cubes, soit par cheval.	126 litres.
Volume de vapeur.	98 mètres cubes, soit par cheval.	122 litres.

Données numériques pour 450 chevaux.

Les chaudières destinées à une machine de 450 chevaux ont exactement les mêmes épaisseurs de matière que les chaudières pour les 800 chevaux; ces dernières sont plus hautes, de là vient la désignation de *chaudière basse à grille courte*, dont la pl. VIII donne les dessins, et *chaudière haute, à grille longue*, représentée pl. IX, et dont voici les dimensions qui diffèrent de l'autre type.

Surface de grille.	Pour un foyer.	$1^{mq},85$
	Pour 16 foyers représentant 450 chevaux.	$29^{mq},44$
	Par cheval nominal	$0^{mq},0654$
Section d'ouverture des cendriers.	Pour un conduit. . . . . ou les 0,2 de la surface de grille.	$0^{mq},368$
	Pour 16 conduits.	$5^{mq},888$

Section des tubes avec bagues, de $0^m,065$ de diamètre intérieur.	Pour tube.	$0^{mq},003318$
	Pour un foyer.	$0^{mq},2919$
	ou les 0,160 de la surface de grille.	
	Pour les 16 foyers.	$4^{mq},6767$
Section de la cheminée.		$3^m,65$
	ou les 0,124 de la surface de grille.	
Surface de chauffe par foyer.	Foyer et boîte à feu.	$8^{mq},055$
	Surface intérieure des 88 tubes.	$38^{mq},445$
	Surface totale par foyer.	$45^{mq},500$
Surface de chauffe.	Pour les 16 foyers.	$7^{mq},00$
	Par cheval nominal.	$1^{mq},6533$
Volume d'eau.	61 mètres cubes; par cheval nominal. . .	122 litres.
Volume de vapeur.	50 mètres cubes; par cheval nominal.. . .	112 litres.

Données numériques pour 120 chevaux.

Le corps de chaudière, représenté pl. IX, est destiné à une machine de 120 chevaux. Il est muni d'un surchauffeur de la vapeur (1).

	Pour 1 foyer.	Pour 4 foyers.
Surface de grilles.	$1^{mq},84$	$7^{mq},36$
Rapport de la surface de chauffe des carneaux à la surface de grille.	»	1,25
Surface de chauffe des carneaux (*entretoises déduites*).	$2^{mq},300644$	$9^{mq},202578$
Rapport de la section des passages de fumée à la surface de grille.	»	0,1258
Section des passages de fumée (*écrous déduits*). . . .	$0^{mq},23163$	$0^{mq},92655$
Section de la soupape de prise de vapeur sur le sécheur.	$150^c/_{m^2}$	$600^c/_{m^2}$
Section du passage de vapeur, à travers le sécheur (*entretoises déduites*).	$153^c/_{m^2},75$	615
Section du passage de vapeur de la chaudière au sécheur.	$198^c/_{m^2},75$	795
Diamètre de la cheminée.	»	$1^m,078$
Dimensions des carneaux. Longueur.	»	$1^m,060$
Largeur.	»	$0^m,300$
Hauteur.	»	$1^m,160$

A. Communication de vapeur de la chaudière au sécheur.
B. Boîte de prise de vapeur sur le sécheur.
C. Boîte de sûreté.
D. Tuyau de purge.

A. ORTOLAN.

1. Ces appareils seront décrits à part.

(*La suite à un prochain fascicule.*)

ÉTUDE

SUR LES

GOUDRONS ET LEURS NOMBREUX DÉRIVÉS

EXPOSÉS EN 1867,

PAR M. C. KNAB, INGÉNIEUR CHIMISTE.

I

INTRODUCTION ET HISTORIQUE.

L'Exposition universelle de 1867 est certainement, pour toute personne compétente qui l'étudie à fond, la plus complète et la plus intéressante de celles qui ont eu lieu jusqu'à ce jour. C'est du moins l'impression qui nous est restée en visitant nombre de fois la classe si importante des produits chimiques, admirablement représentée par plusieurs nations. Sous ce rapport, la France, l'Angleterre et l'Allemagne sont sans rivales, et dans cette classe, la France doit être fière, à juste titre, de se présenter brillamment avec une industrie éminemment nationale, née en partie sur son sol, et qui, âgée de quelques années seulement, a acquis en Europe et en Amérique une importance considérable, et qui se chiffre chaque année par dizaines de millions. Cette industrie est d'autant plus remarquable, qu'elle est le résultat immédiat de la science appliquée, et que sans les progrès incessants que la chimie organique a réalisés depuis quelques années et qu'elle réalise chaque jour, aucun des produits de cette belle industrie n'aurait pu prendre naissance.

Nous voulons parler de ces nombreux produits retirés du goudron, et surtout de ces magnifiques matières colorantes qui, par leur pureté, rivalisent avec les nuances les plus délicates et les plus fraîches de la flore, les dépassent même par leur beauté, et qui ont en quelque sorte révolutionné la teinture et l'impression sur étoffes.

Tous ces produits, benzine, acide phénique, dont l'importance thérapeutique et antiseptique grandit chaque jour, naphtaline et tant d'autres; toutes ces couleurs, jaunes, roses, rouges, violettes de toutes nuances, bleues, vertes splendides, et même noires et grises; enfin, ces brais qui servent à tant d'usages industriels; tous ces produits, disons-nous, sont extraits d'un résidu naguère sans valeur, que l'on jetait à l'origine de la fabrication du gaz, et que l'on avait fini par brûler pour s'en débarrasser.

Ce résidu, ce goudron, est obtenu toutes les fois que l'on distille à l'abri de l'air, en vase clos, les combustibles et spécialement les houilles de diverses natures.

L'importance que ce résidu a acquise, les nombreuses fabrications dont il est le point de départ depuis dix ans à peine, les remarquables et nombreux spécimens qui ont été envoyés à l'Exposition par la France, l'Angleterre, la Prusse, la Belgique, l'Autriche, l'Allemagne, la Suisse, etc., nous ont engagé à traiter la question à fond, ce qui n'a pas encore été fait dans aucun ouvrage publié.

Avant d'entrer en matière, nous allons donner quelques détails préliminaires pour mettre au courant de la question ceux de nos lecteurs qui ne l'ont pas étudiée, et nous retracerons à grands traits les progrès incessants qu'a faits jusqu'à ce jour cette industrie toute chimique, basée sur l'emploi des goudrons.

Production de la matière première, le goudron.

Tous nos lecteurs savent que le gaz d'éclairage est principalement produit par la distillation des houilles dans des cornues en fonte ou en terre réfractaire; on fait bien aussi usage du boghead, des cannel-coal, des résines huiles, etc., substances riches en hydrocarbures; on emploie même encore le bois de pin ou de sapin, en Suisse surtout et en Allemagne; mais ces applications sont limitées, et à notre point de vue, la distillation de la houille a seule de l'importance, d'autant plus que le goudron qu'elle produit est le plus riche en matières propres à la fabrication des couleurs.

En effet, la distillation de la houille ne produit pas seulement du gaz d'éclairage et du coke : le gaz, en se refroidissant, laisse déposer *le goudron,* qui nous intéresse; des eaux ammoniacales, qui servent à la fabrication de l'alcali volatil et des nombreux sels ammoniacaux; enfin, toutes les houilles contenant plus ou moins de soufre, les progrès de la chimie ont permis non-seulement d'en débarrasser le gaz par une épuration, mais encore de le reconstituer à l'état de liberté. Il n'est pas jusqu'aux cyanures qui se produisent pendant la distillation, qu'on n'ait cherché à recueillir économiquement pour la photographie.

L'Exposition de la Compagnie parisienne d'éclairage contient en effet, outre les produits qui rentrent dans notre cadre, du soufre extrait du gaz, du sulfocynahydrate d'ammoniaque cristallisé très-beau, et la matière qui sert à retenir ces produits en épurant le gaz, — matière, nous n'avons pas besoin de le dire, propre aussi à la fabrication du bleu de Prusse.

Ces derniers produits sont peu abondants, et il n'y a guère que des Compagnies importantes, comme la Compagnie parisienne, qui puissent se livrer à cette extraction avec avantage.

Quant aux autres produits de la distillation de la houille, gaz, coke, *goudron,* eaux ammoniacales, on les obtient dans des proportions très-diverses, suivant la valeur et la qualité de la houille. Les houilles maigres, qui cependant peuvent encore donner du coke, produisent peu de goudron; les houilles menues, que l'on épure à l'eau pour la fabrication du coke métallurgique, donneront beaucoup moins de goudron que la même houille en roche.

Enfin, la proportion de goudron produite, varie d'après les lieux de provenance; nous avons vu, par exemple, des houilles de Prusse donnant jusqu'à 7 p. 100 d'un produit très-riche en hydrocarbures légers, et des houilles du bassin de Saint-Étienne, distillées de la même manière et à la même température, ne donner que 4 p. 100 de goudron, beaucoup moins riche en benzine.

En Angleterre certaines houilles ne produisent aussi que 4 p. 100 de goudron, et d'autres se rapprochant des cannel-coal, et les cannel-coal eux-mêmes donnent des proportions bien plus considérables.

Ces différences tiennent évidemment à la quantité d'hydrogène que renferment les houilles, ce corps simple étant absolument nécessaire à la production des hydrocarbures qui entrent dans la composition du goudron.

Les industriels, qui, tout en fabricant de bon coke, auraient en vue la production du goudron, comme cela commence à avoir lieu, devront donc prendre en grande considération la nature et la qualité des houilles qu'ils devront

employer. La proportion de gaz et de coke varie également comme celle du goudron.

A cet égard, nous ne donnerons comme exemple que les résultats moyens constatés par une commission formée de MM. Regnault, Chevreul, Morin et Péligot, sur des houilles d'Anzin et de Mons.

100 kil. de houille ont produit :

Gaz.....	$22^{m3}.94$
Coke.....	$75^{k}.46$
Goudron.....	6.73
Eau ammoniacale.....	7.31

En pratique on compte sur 5 à 6 de goudron en moyenne pour 100 de houille, mais ce rendement en goudron dépend aussi considérablement de la manière dont s'opère la distillation. Ainsi, à une température relativement basse et prolongée, correspond toujours une plus grande production de goudron; à une température très-élevée dès l'origine de la distillation, correspond le maximum de production de gaz au détriment du goudron. La plus haute température ne diminue pas seulement le rendement en goudron, mais elle en modifie la qualité et la valeur.

Pour les usines à gaz, dont ce dernier est le principal produit, tous les efforts doivent concourir à en augmenter le rendement; quand, au contraire, on a principalement en vue la production des goudrons et hydrocarbures, on devra se rappeler qu'une distillation lente et une température modérée, au moins au commencement de l'opération, produisent le maximum de goudron. Cela est vrai non-seulement pour les houilles, mais encore pour la distillation des schistes, tourbes, bois, etc.

En résumé, ce sont les 5 à 6 p. 100 de goudron produits par la distillation de 100 kil. de houille qui forment la matière première des nombreuses industries si bien représentées à l'Exposition, et dont nous avons à parler.

Ces 5 à 6 p. 100 représentent des chiffres considérables en pratique; ainsi, en admettant, ce qui se rapproche de la vérité, que la Compagnie parisienne d'éclairage, par exemple, consomme, en chiffres ronds, 440,000 tonnes de houille par an, à 5 p. 100 de rendement, elle produirait 22 millions de kilogrammes de goudron.

Quand on pense aux innombrables usines à gaz qui sont établies et qui s'établissent de toutes parts, on voit que la production du goudron s'élève dès aujourd'hui à des chiffres énormes, et qui, pour l'Europe seulement, ne doivent pas s'éloigner de 400 millions de kilogrammes. D'ailleurs, quand les besoins de la consommation l'exigeront, il est une autre source de production en quelque sorte illimitée, et qui, depuis six ans, a reçu de très-importantes applications dans plusieurs houillères de France et de Belgique, et qui commence à s'introduire en Angleterre.

Il y a environ huit ans, l'auteur avait prévu le rôle important que les goudrons étaient appelés à jouer dans l'industrie; il ne s'était pas trompé de beaucoup, car un an après les essences de benzine, qui avaient alors fort peu d'emplois, montèrent à des prix considérables, et les brais trouvaient des débouchés nouveaux et illimités dans la fabrication des agglomérés. Ayant foi dans cet avenir, nous avons été des premiers à chercher à recueillir les goudrons qui se produisent tout aussi bien dans la fabrication des cokes de four métallurgiques, que dans les usines à gaz. A cette époque, tous les fours à coke brûlaient non-seulement leurs gaz, mais encore tous les produits accessoires; c'est ce qui a lieu encore dans beaucoup d'établissements. Il s'agissait d'approprier les fours à coke de manière à les faire fonctionner comme d'énormes cornues à

gaz. Or, ce problème avait été résolu de la manière la plus remarquable à l'usine à gaz de la barrière d'Italie, sous l'inspiration de MM. Pawells et Dubochert.

Des fours pouvant contenir jusqu'à 6,000 kilogrammes de houille ont fonctionné pendant près de douze ans, et fonctionnent encore dans les usines de la Compagnie parisienne d'éclairage, en produisant du gaz, des goudrons, eaux ammoniacales et du coke métallurgique. Mais le gaz étant le principal produit, les fours sont chauffés comme les cornues, par des foyers spéciaux, où l'on brûle du coke de cornues.

Pour appliquer ce système remarquable à la production du coke métallurgique, sur le carreau de la mine où le gaz d'éclairage ne peut trouver un écoulement suffisant, il suffisait d'appliquer ce gaz au chauffage même de ces grands fours, après en avoir condensé et extrait tous les produits intéressants accessoires.

C'est ce que l'auteur a le premier réalisé sur une grande échelle dans le département de la Loire, où l'on peut voir des fours à coke métallurgique chauffés par des becs de gaz colossaux. Le procédé depuis a été appliqué dans d'autres localités.

L'Exposition, dans la partie réservée aux mines de la Loire, contient des spécimens très-remarquables de ce procédé, dont nous parlerons plus loin en détail. En effet, le grand atelier de carbonisation de MM. Carvès et Ce, carbonise, depuis neuf ans, moyennement 80,000 tonnes de houille par an, en recueillant le goudron et les eaux ammoniacales, tout en produisant des cokes fort estimés, puisqu'ils se vendent, suivant la teneur en cendres, de 21 à 31 francs la tonne.

Nous reviendrons sur cette remarquable industrie, qui, de l'aveu même de M. Carvès, ferait économiser à la France seulement 12 à 13 millions de francs par an, lorsque l'ancien procédé de carbonisation sera remplacé par le nouveau; toutefois, dès à présent, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer combien ce procédé est rationnel.

D'un côté, en effet, vous produisez un excellent combustible, le coke, qui par sa combustion ne donne pas de fumée si désagréable dans bien des circonstances.

D'un autre côté, on recueille du brai qui sert à reconstituer avec des menus maigres sans valeur des agglomérés, excellents combustibles, des essences destinés à la production des couleurs, etc.; enfin, des sels ammoniacaux si utiles à l'agriculture.

Nous sommes persuadé que ce procédé, qui dès l'origine nous avait frappé par son importance, a un grand avenir[1]. Je le répète, nous consacrerons un chapitre spécial à cette utile industrie.

D'après des chiffres dignes de foi, en dehors des usines à gaz, la France carbonise plus de 3 millions de tonnes de houille; en calculant sur un rendement de 4 p. 100 de goudron, on voit qu'il y a là, pour les fabrications futures, une source de 120 millions de kilogrammes de goudron, que la consommation et la demande ne tarderaient pas à faire recueillir.

En Angleterre, où le nouveau procédé commençe à s'introduire, cette production prendrait bien d'autres proportions.

Les industries qui reposent sur l'emploi du goudron n'ont donc pas à craindre de manquer de matière première.

1. D'autant plus qu'aujourd'hui la Société Pernollet et Cie (autrefois C. Knab et Cie), qui possède les brevets, applique le nouveau système même aux anciens fours à coke, ronds, sans trop de dépenses.

Historique et applications successives du goudron de houille et de ses produits.

Dans un ouvrage que son habile directeur veut faire aussi complet et aussi consciencieux que possible, il est intéressant de rechercher et d'indiquer quels efforts et quels rapides progrès l'industrie, guidée par la chimie, a faits pour tirer parti d'un produit sans valeur à l'origine de sa production. C'est une page curieuse de l'histoire de l'industrie.

La première application que l'on fit du goudron de houille, à l'imitation de ce qui se pratiquait avec celui de bois, fut de l'employer comme peinture; mais à cet égard, ses qualités sont loin de valoir celles du goudron de bois. Pour s'en débarrasser, les usines à gaz s'en servirent pour le chauffage de leurs cornues. On trouva le moyen de le brûler complétement, en l'introduisant en mince filet dans un foyer sans grille, entouré de briques très-réfractaires, maintenues constamment au rouge blanc; des doubles courants d'air, analogues à ceux des lampes, rendaient parfaite la combustion. La capacité calorifique du goudron, comparée à celle de la houille, étant comme 1 1/2 : 1, on voit que par cet emploi le goudron ne rendait pas plus de 3 fr. à 3 fr. 50 par 100 kilogrammes.

Lorsqu'il y a quelque vingt ans, l'industrie se jeta avec furie sur l'exploitation des asphaltes, on imagina d'extraire du goudron une partie des huiles pour obtenir le brai gras solide, qui servit, et qui sert encore sur une grande échelle, à fabriquer des asphaltes factices. Sans être aussi bon que l'asphalte naturel, ce produit trouve cependant des débouchés très-importants dans une foule d'applications.

Vint ensuite, il y a dix-huit ans environ, à Paris, un inventeur qui imagina, avec ce goudron éminemment combustible, de reconstituer, avec des poussiers de charbon sans valeur, un charbon nouveau en morceaux cylindriques réguliers, qui rivalise encore aujourd'hui avec le charbon de bois.

C'est à M. Popelin-Ducarre que l'on doit l'application en grand de ce procédé qui fonctionne toujours sur une grande échelle dans Paris même, et que d'autres industriels ont imité depuis que les brevets sont dans le domaine public.

Cette intéressante fabrication, sur laquelle nous reviendrons, consomme une partie notable des produits goudronneux de la Compagnie parisienne d'éclairage.

A peu près à la même époque on imagina, en Angleterre, en Belgique et en France, d'employer le même brai qui servait à faire de l'asphalte factice, à agglomérer au moyen d'une puissante pression et avec 6 à 8 pour 100 seulement de brai, les poussiers de charbons maigres sans valeur sur le carreau de la mine.

Cette industrie toute nouvelle s'est énormément accrue jusqu'en 1867, et elle absorbe en France non-seulement la presque totalité des brais que nous produisons, mais encore elle en importe d'Angleterre pour cet usage [1].

C'est qu'en effet, avec des poussiers lavés et autrefois sans valeur, et du brai qui brûle entièrement sans résidu, on produit un excellent combustible.

L'Exposition de 1867 renferme des spécimens nombreux de cette industrie, qui a donné lieu à l'invention de très-belles machines pour la confection continue

1. Et par suite des frais de transport considérables, et malgré le bas prix du goudron en Angleterre, nos fabriques de Saint-Étienne sont obligées de payer ce produit rendu, au prix considérable de 90 francs la tonne, pendant que les fabricants de coke brûlent ce précieux produit qu'ils pourraient recueillir, tout en produisant un coke qui vaut en moyenne seulement 30 francs la tonne.

des agglomérés. Un de nos collaborateurs devant traiter spécialement cette industrie, nous n'entrerons pas dans de plus longs détails.

Comme on le voit, le brai, c'est-à-dire la partie solide des goudrons a trouvé d'importantes applications qui en assurent pour longtemps l'entier écoulement.

Au contraire, les produits huileux du goudron n'eurent d'abord que des emplois insignifiants, et il n'y a pas bien d'années qu'à la Compagnie parisienne seulement, on en perdait chaque année des centaines de mille kilogrammes.

Le premier et principal usage fut de les appliquer à la fabrication du noir de fumée par leur combustion incomplète.

Toutefois, on ne tarda pas à reconnaître que ces huiles renfermaient un grand nombre de produits distincts; et tout d'abord, l'industrie guidée par la chimie, distingua deux produits principaux : la benzine, essence volatile du goudron et l'acide phénique, saponifiable par les alcalis.

La benzine (et on donnait alors ce nom à toutes les essences les plus volatiles du goudron), par ses propriétés dissolvantes des corps gras, trouva un emploi dans l'économie domestique pour le détachage, le nettoyage des étoffes, la dissolution du caoutchouc et autres applications analogues. Malgré de nombreux succédanés qui surgissent tous les jours, cet emploi est assez important. On a même voulu l'étendre à l'extraction de certains corps huileux dont ensuite on séparait facilement la benzine par une simple distillation ; nous ne savons pas si l'on a réussi, mais il est certain qu'il y a là une donnée pour l'avenir.

Une autre application, moins justifiable peut-être, qui se fit et qui se continue de nos jours, est celle qui est destinée à imiter certains parfums naturels. Ainsi la benzine pure, traitée par l'acide nitrique concentré produit, comme nous le verrons, de la nitro-benzine dont l'odeur a beaucoup d'analogie avec celle de l'essence d'amandes.

La nitro-benzine, sous le nom de guerre d'essence de Mirbane, est employée pour parfumer les savons. Depuis on a multiplié la production de ces parfums factices, et on les applique même pour parfumer certains bonbons. Tout récemment, un médecin belge, M. Witerhoeven, a employé avec un grand succès la nitro-benzine dans le traitement des ulcères.

Quand la benzine avait peu de valeur, on imagina aussi de l'employer pour augmenter le pouvoir éclairant du gaz dans des proportions quelquefois très-considérables. Tout le monde sait en effet que le passage d'un gaz peu éclairant, de l'hydrogène pur même, à travers une couche d'essence volatile, lui donne toutes les qualités d'un gaz très-éclairant, par suite de l'entraînement d'une petite quantité de carbure. Cette application, qui eut un moment beaucoup de retentissement, n'a plus d'importance en ce qui concerne la benzine, qui a trouvé des débouchés plus lucratifs et qui d'ailleurs peut être remplacée pour cet usage par des essences minérales encore plus volatiles et moins chères.

Quant à l'acide phénique, ce produit analogue à la créosote retirée du goudron de bois, ses propriétés conservatrices et antiputrides attirèrent aussi l'attention des industriels. L'acide phénique se trouve abondamment dans les huiles moins volatiles que la benzine. Toutes ces huiles secondaires, désignées sous le nom d'huiles lourdes, composé très-complexe comme nous le verrons, furent d'abord employées en Angleterre pour injecter les traverses en bois des chemins de fer.

Cette application se propagea rapidement en Belgique et en France où moi-même je l'introduisis le premier, en préparant plusieurs centaines de mille traverses. L'Angleterre possède aujourd'hui d'immenses chantiers, où l'on injecte d'huiles créosotées des bois de charpente de toute nature, traverses, pieux, pilotis, bois de construction, etc., etc., qui s'expédient ensuite dans toutes les parties du monde et jusqu'aux Indes orientales.

Par ce procédé, la préservation paraît être parfaite, et les huiles créosotées ou plutôt phéniquées n'ont pas l'inconvénient du sulfate de cuivre qui rend le bois cassant.

De cet ensemble d'huiles lourdes, dans lesquelles l'acide phénique est en minorité, on ne tarda pas à extraire ce dernier dans un état de pureté suffisant pour produire l'acide picrique, brillante couleur jaune, d'une grande puissance tinctoriale, puisque 1 kil. de cet acide pur et cristallisé suffit pour teindre 1000 kil. de soie : nous reviendrons sur cette fabrication. Cette application de l'acide phénique, une des plus anciennes, a été faite pour la première fois à Lyon, en 1847.

Voilà il n'y a pas vingt années, et beaucoup moins pour la plupart des applications, à quoi se bornaient les principaux emplois des huiles de goudron ; mais les progrès incessants et merveilleux de la chimie organique, permirent bientôt de considérer ces goudrons, naguère si dédaignés, comme une mine de produits hydrogénés accumulés par des milliers d'années, dans une matière organique très condensée, la houille : — hydrocarbures tout faits, d'une extraction facile et économique, et dont les éléments en proportions variées à l'infini sont éminemment propres à reproduire une foule d'autres combinaisons, et entre autres toutes les nuances de couleur que la flore nous offre à profusion.

Bien plus, l'industrie puissamment aidée par la science, qui n'a peut-être jamais joué un rôle aussi brillant et aussi direct dans les applications que dans ces industries nouvelles, l'industrie, disons-nous, est arrivée à produire la plupart de ces couleurs d'origine essentiellement organique, dans un état de pureté telle, qu'elle les obtient cristallisées, et par conséquent dans un tel état de concentration qu'elles peuvent, comme le musc pour l'odeur, servir d'exemple de la division à l'infini de la matière colorante. Aussi, 1 kil. de ces substances colorantes, cristallisées, l'acide picrique par exemple, peut servir à teindre jusqu'à 1000 fois son poids de soie, et le rose de fuschine est encore appréciable dans une dissolution à un dix-millionnième ; c'est-à-dire qu'un gramme de fuschine, dissous dans 10,000 litres d'eau, donne encore une teinte apparente.

Ces magnifiques produits colorants, dus aux progrès de la science, sont admirablement représentés à l'Exposition, par la France d'abord, qui peut réclamer avec orgueil et à juste titre, l'*invention industrielle* des couleurs suivantes :

1° Le jaune, appelé acide picrique, appliqué pour la première fois à la teinture, à Lyon, en 1847 ;

2° La fuschine, beau rose violet, découvert industriellement par Verguin, et qui, de 4 ou 500 fr. le kilog. qu'il valait il y a cinq ans tout au plus, ne vaut aujourd'hui que 30 à 40 fr.;

3° Les beaux violets de fuschine qui en dérivent ;

4° Le bleu foncé et les bleus violacés dus à MM. Girard et de Laire, jeunes chimistes, à qui l'industrie des couleurs doit de nombreux perfectionnements.

Avec ce bleu foncé on ne tarda pas à faire un bleu plus clair, appelé bleu lumière, c'est-à-dire qui reste bleu exposé à la lumière du gaz et des bougies ;

5° Et le splendide vert émeraude, certainement la plus belle des couleurs retirées des produits du goudron, qui, encore à sa naissance, a été brevetée la première fois par M. Usèbe, ancien élève de l'École centrale le 28 octobre 1862.

Les expositions de la Compagnie lyonnaise la Fuschine et l'exposition de M. Usèbe ne laissent rien à désirer.

La section anglaise a également de très-belles expositions, et pour être impartiaux, nous devons rappeler que ce pays qui a tant fait pour l'application des produits du goudron, a été le premier à produire directement par l'oxydation de l'aniline, en 1856, un beau violet, qui porte le nom de son inventeur, Perkins.

Le noir d'aniline, découvert par J. Lighfoot, est également dû à l'Angleterre ;

enfin, M. Hoffmann, dont les travaux scientifiques ont été si utiles à cette industrie, prépare, depuis quelque temps, un violet dont la beauté est sans égale, mais qui malheureusement n'est pas très-solide.

MM. Poirier et Chapat, de Paris, ont pris un brevet pour un violet aussi beau et dont la préparation paraît devoir être plus économique; l'exposition de ces messieurs est également fort belle.

La Prusse, l'Allemagne, la Belgique et la Suisse surtout, ont aussi envoyé à l'Exposition des spécimens remarquables de toutes ces industries. Chaque année voit s'accroître le nombre des couleurs fabriquées au moyen des produits du goudron; l'acide phénique, outre le jaune picrique, sert à la préparation de l'acide rosolique et de fort belles nuances roses; il n'est pas jusqu'à la naphtaline, le produit le plus abondant et le plus encombrant, qui paraît devoir entrer aussi dans la lice.

L'acide phénique pur, outre ses vertus antiseptiques bien connues, et qui rappellent complétement celles de la créosote, commence à jouer un rôle thérapeutique important; depuis quelques années déjà, l'on avait signalé l'efficacité du goudron pour la guérison de certaines plaies, on a prouvé que ce résultat était dû à la présence de l'acide phénique; aussi les recherches se sont tournées sur ce produit que l'on obtient aujourd'hui très-blanc, cristallisé et dans un grand état de pureté. L'Exposition en renferme de très-beaux échantillons. Depuis quelque temps, ce produit remarquable est très en faveur en Angleterre, surtout comme désinfectant. Pour en donner un exemple, nous dirons que les lords de l'amirauté ont décidé que l'acide phénique serait employé dans toute la marine royale pour désinfecter la cale des navires. Depuis la dernière peste bovine, on en fait un grand usage dans ce pays pour assainir les étables, les fermes, les boucheries, les wagons destinés au transport des bestiaux, etc. En France, nous signalerons l'usage qu'on fait du phénol Bobœuf pour désinfecter et assainir la Morgue et préserver les cadavres.

Nous reviendrons sur ces applications diverses.

Une invention, modeste à l'origine, mais qui peut devenir importante, est celle de M. Dony, professeur à Gand, qui a trouvé le moyen de brûler sans fumée, et avec un grand éclat de lumière, les huiles de goudron les plus lourdes, dans une lampe spéciale qui porte son nom, et que nous avons introduite en France il y a six ans environ. Enfin ces huiles lourdes, décolorées, commence à servir à la peinture et à la fabrication de vernis communs.

En résumé, voici la récapitulation des immenses progrès réalisés par la chimie industrielle en si peu d'années avec un produit autrefois inconnu, avant l'éclairage au gaz, puis longtemps sans grande valeur.

1re Période : inconnu avant 1815 (?), date de l'application de l'éclairage au gaz en France.

2° Première application comme peinture à l'instar du goudron de bois, produit encombrant.

3° Application au chauffage des cornues.

4° Application à la fabrication des asphaltes factices, etc.

5° Application des huiles à la production du noir de fumée.

6° Application du goudron à la fabrication du charbon de Paris.

7° Application des brais à la fabrication des agglomérés.

8° Conservation des bois par les huiles lourdes dites créosotées.

9° Application de la benzine au nettoyage et au dégraissage des étoffes, etc.

10° Application de la benzine à la fabrication de l'essence de Mirbane succédané de l'essence d'amandes.

11° Benzine appliquée pour augmenter le pouvoir éclairant du gaz.

12° Transformation de l'acide phénique en acide picrique, matière colorante jaune.

13° Découverte par Perkins du violet qui porte son nom.

14° Application des huiles lourdes à l'éclairage par M. Dony, à la peinture, etc.

15° Découvertes successives des brillantes couleurs d'aniline[1] :

Fuschine, ou rose. — Violets de fuschine. — Bleu foncé et violacé. — Bleu lumière. — Noir d'aniline. — Jaunes dorés d'aniline. — Bruns de diverses provenances. — Pourpre. — Vert lumière. — Violet Hoffmann et violet Poirier Chapat.

16° Acide phénique pur, application à la thérapeutique et à l'assainissement.

Après cet historique d'une industrie, où chaque année est marquée par un progrès, nous devons, avant de passer en revue ces nombreux et brillants produits, donner quelques détails sur le traitement des goudrons, c'est-à-dire sur la séparation des divers produits qui servent de matière première aux industries que nous avons nommées.

II

GOUDRON DE HOUILLE. TRAITEMENT.

Comme nous l'avons dit, le goudron de houille est produit par deux industries :

1° Par les usines de gaz d'éclairage;

2° Par les fabriques spéciales de coke métallurgique.

Ces deux sources de notre matière première, tout en donnant un goudron contenant à peu près les mêmes produits, présentent cependant des particularités spéciales à chacune d'elles, ce qui nous oblige à en parler séparément; d'autant plus que l'industrie du coke métallurgique avec recueillement des produits goudronneux est toute nouvelle, et que le gaz n'est qu'un accessoire. Nous lui consacrerons donc un chapitre spécial, intéressant au point de vue des goudrons et de leurs applications.

Il n'entre pas dans notre cadre de parler de l'industrie du gaz d'éclairage; il nous suffira de rappeler que le *goudron* se sépare du gaz par le refroidissement, d'abord dans le *barillet*, immédiatement après la sortie des cornues, puis que sa condensation s'achève dans un système complet de tubes refroidis, d'abord par l'air ambiant, puis par un courant d'eau froide. En même temps que le goudron, il se condense des eaux ammoniacales, et le tout se rend dans des citernes où le goudron, plus lourd, se sépare facilement des eaux ammoniacales.

Ce goudron est tout d'abord, à proximité des usines à gaz, distillé dans des grands alambics en tôle dont la contenance s'élève jusqu'à 20,000 litres. Plus ces appareils sont grands et mieux on peut séparer les essences les plus volatiles des huiles lourdes et moins volatiles.

1. Nos lecteurs remarqueront que dans cet article l'auteur se rencontre en quelques points avec M. Kœppelin (*articles sur les tissus*). Il ne pourrait en être autrement dans une publication qui compte un grand nombre de rédacteurs, examinant des industries diverses, mais entre lesquelles il y a parfois certaines analogies. Le lecteur ne peut d'ailleurs que gagner à avoir sous les yeux l'opinion d'auteurs traitant les questions qui leur sont spéciales avec une indépendance complète. E. L.

Ces chaudières n'ayant aucune pression à supporter, on leur donne des formes très-diverses et principalement la forme en tombeau, usitée autrefois pour les chaudières à vapeur à basse pression. Par expérience, nous recommandons vivement, comme la plus simple et la plus solide, la forme cylindrique, et voici pourquoi : la distillation du goudron laisse pour résidu du brai qui, trop chauffé, donne des dépôts de charbon; on ne peut donc chauffer les chaudières à feu nu, le foyer est recouvert d'une voûte, et l'air chaud seul, circulant dans les carneaux, lèche les parois de l'alambic. Ces carneaux, pour l'utilisation de la chaleur, doivent donc donner la plus grande surface de chauffe possible; mais d'un autre côté, le produit résidu, diminuant juqu'à 30 et même 50 pour 100 de son volume par la distillation, le niveau du liquide dans la chaudière doit toujours être au-dessus des parois chauffées. Or la forme cylindrique horizontale est la meilleure pour remplir ces conditions, car, comme on remplit la chaudière un peu au-dessus de l'axe, toute la diminution de volume du goudron se fait dans la partie du cylindre de la plus grande contenance; même pour 50 pour 100 de diminution, le niveau baisse peu relativement, et les carneaux peuvent en conséquence s'élever beaucoup plus haut que dans une chaudière à section rectangulaire, et embrasser une beaucoup plus grande partie des parois.

La chaudière ou grand bouilleur horizontal est munie, à la partie opposée du foyer, d'un très-gros robinet en fonte qui sert à évacuer le brai qui est toujours liquide à chaud; la vidange doit être complète, et pour cela, le robinet placé tout à fait dans le fond et la chaudière légèrement inclinée de ce côté. Pour cette vidange, la forme cylindrique est encore la préférable, car à la fin il ne reste qu'une arrête de brai, tandis que lorsque le fond est plat, le brai s'étale sur une très-grande surface.

La chaudière est en outre munie d'un trou d'homme pour les nettoyages, et qui sert en même temps pour la remplir; d'une large tubulure surmontée d'un chapiteau pour l'évacuation des produits distillés; une petite tubulure dans le chapiteau même doit permettre l'introduction d'un thermomètre, la boule plongeant dans les vapeurs.

La température d'ébullition montant depuis 35° pour les produits les plus volatils, jusqu'à plus de 300° à la fin de la distillation, on doit chauffer avec un foyer; le chauffage à la vapeur ne peut être employé, ni même les bains-marie aux huiles, qui peuvent servir pour de plus basses températures.

On a essayé de rendre la distillation du goudron continue, comme celle de l'alcool, en faisant entrer continuellement le goudron, et en évacuant continuellement aussi le brai résidu; mais vu la proportion très-considérable de ce dernier et la très-petite proportion, 3 à 6 pour 100, des essences très-volatiles, ces procédés, quand même ils marcheraient régulièrement, ne me paraissent pas avoir une grande importance. Le plus original dans l'espèce est celui de M. Mallet, qui, à l'instar d'un brevet pris par nous pour une autre application, a eu l'idée de faire circuler le goudron sur un bain de plomb d'une longueur assez grande pour que, pendant son parcours, il soit dépouillé d'abord de ses essences, puis de toutes ses huiles bouillant à plus haute température. Le goudron entre donc à l'une des extrémités de l'appareil, et sort, à l'état de brai, par l'autre extrémité. Le fractionnement des produits volatils se fait au moyen de cloisons plongeant dans le goudron, et qui, sans empêcher la circulation de ce dernier, séparent les vapeurs en trois ou quatre catégories. En supposant même que dans cet appareil le brai soit toujours produit dans l'état de dessiccation voulu, et les huiles fractionnées, je le répète, son emploi n'offrirait pas de grands avantages économiques.

Ce qui, suivant nous, est plus simple, c'est d'opérer cette première distillation

comme on l'a fait jusqu'à ce jour, mais en donnant aux chaudières la meilleure forme et les plus grandes dimensions possibles, dimensions nécessaires pour un bon fractionnement des essences.

Quel que soit le procédé de distillation employé, l'opération doit se prolonger, suivant la nature des goudrons et du résidu que l'on veut obtenir, jusqu'à ce que ledit goudron ait perdu depuis 25 jusqu'à 40 p. 100 de son poids. Ce qui doit guider le distillateur, c'est la qualité du brai que l'on désire produire, et l'expérience seule peut donner les indications nécessaires à cet égard. On peut produire trois espèces de brai :

1° Le brai liquide à froid ou au moins pâteux, qui est le résidu du goudron, dont on ne veut extraire que les essences plus légères que l'eau, c'est-à-dire les plus volatiles et contenant les benzines. Ce brai peut servir à la fabrication du charbon de Paris ou autres agglomérés analogues plus économiquement que le goudron, puisqu'on recueille préalablement les essences les plus chères.

2° Le brai gras, solide à la température ordinaire, dur et cassant par les grands froids, mais qui s'amollit par les grandes chaleurs au point de s'étaler indéfiniment. Ce brai est spécialement destiné à la fabrication des asphaltes factices, et on doit nécessairement le mettre en baril pour l'expédier.

3° Le brai sec, très-dur et cassant, changeant à peine de forme par les plus grandes chaleurs de l'été, ce qui permet de l'expédier en vrac, comme la houille, excepté toutefois pendant un ou deux mois d'été. Il est destiné à la fabrication des agglomérés qui en fait une énorme consommation. Plusieurs établissements consomment plus de 5 millions de kilogrammes chacun, de ces brais, ce qui représente une production d'au moins 100,000 tonnes d'agglomérés par établissement.

Lorsque ce brai est trop sec, comme celui qui nous vient d'Angleterre, on est obligé, pour pouvoir l'employer, de le faire fondre avec un peu d'huiles lourdes de goudron, ce qui augmente la dépense; or, comme on ne produit le brai très-sec que pour se passer d'emballage, et que, par les froids, le brai gras lui-même devient sec et cassant, nous ne saurions trop recommander aux fabricants, qui expédient régulièrement leurs brais, comme la Compagnie parisienne d'éclairage, par exemple, d'extraire moins d'huiles lourdes l'hiver que l'été; il en résultera deux avantages : de moins user les chaudières et de ne pas avoir les huiles de la fin, qui ont le moins de valeur.

Lorsque la distillation du goudron est arrivée au point voulu, pour obtenir en résidu un des brais susnommés, on arrête le feu et on laisse assez refroidir la chaudière, pour que le brai liquide ne s'enflamme pas en sortant, et ne produise pas trop de vapeurs qui incommodent le voisinage et les ouvriers.

Le brai est extrait par le robinet de vidange placé, comme nous l'avons dit, au fond de la chaudière, du côté opposé au foyer. Pour éviter toute chance d'incendie, le robinet de vidange traverse le mur de l'atelier où sont les chaudières de distillation, et l'écoulement du brai se fait à air libre.

Le brai liquide évacué peut de suite être reçu dans des tonnes en fer solide, qui servent à le transporter à l'atelier, où on doit l'employer.

Le brai gras est reçu dans des réservoirs en tôle, fermés à la partie supérieure, où on le laisse refroidir jusqu'à ce qu'étant encore liquide, on puisse cependant, par un robinet en fonte, le soutirer dans de vieilles barriques en bois, sans que le chaleur nuise trop à ces dernières. Ces réservoirs sont de la contenance d'une opération, et, pour faciliter la manœuvre, les appareils sont disposés en gradins, le réservoir étant placé au-dessous du robinet de vidange de la chaudière, et les barriques les plus grosses pouvant également venir se mettre au-dessous du robinet de vidange du réservoir.

Le brai sec, au contraire, est de suite dirigé dans de grandes fosses à parois maçonnées ou revêtues de madriers, où on le laisse refroidir complétement. Pour faciliter ce refroidissement, les fosses ne doivent pas avoir plus d'un mètre de profondeur. Aussitôt qu'une fosse pleine est refroidie complétement, on l'exploite comme une mine de charbon, et on expédie le brai en blocs. Pendant ce temps, le résidu d'autres chaudières est dirigé dans d'autres fosses.

Voilà pour le résidu de la distillation du goudron de gaz.

Quant aux produits volatils de cette distillation, ils sont condensés par les moyens ordinaires, c'est-à-dire que le col du grand alambic les conduit dans un serpentin refroidi par un courant d'eau marchant en sens contraire des vapeurs. Toutefois, pour les goudrons renfermant beaucoup de naphtaline, et lorsque l'opération est poussée jusqu'au brai sec, le refroidissement du serpentin ne doit pas se continuer complétement jusqu'à la fin de l'opération ; les huiles doivent même sortir du serpentin condensées, mais très-chaudes, ce qui n'a pas d'inconvénient, car elles sont alors très-peu volatiles. Sans cette précaution, la naphtaline, qui cristallise facilement par le refroidissement, boucherait le serpentin et occasionnerait des accidents, ce qui est souvent arrivé.

Pendant cette distillation, des produits, d'abord très-volatils, puis de moins en moins volatils, se dégagent, la température d'ébullition croissant jusqu'à la fin de l'opération.

En effet, les essences les plus volatiles, l'anyline, la benzine, le toluène, s'évaporent à 39°, 80°, 110° centigrades, tandis que les derniers hydrocarbures, la naphtaline, par exemple, ne se dégagent qu'à 212°, son point d'ébullition. D'autres corps dépassent encore cette température, la quinoléine, par exemple, qui bout à 230°; et il en est dont le point d'ébullition dépasse même 300°.

Cette diversité ascendante dans les points d'ébullition d'au moins vingt-cinq produits bien définis, dont se compose, comme nous le verrons, la partie volatile du goudron, a exercé l'imagination de beaucoup d'inventeurs qui ont cherché à obtenir une séparation spontanée de ces diverses essences.

La Compagnie parisienne du gaz elle-même a cherché à obtenir cette division au moyen de condensateurs méthodiques, composés de colonnes creuses successives dans lesquelles les vapeurs devaient se déposer par ordre de volatilité.

Mais les produits de cette première distillation sont encore si impurs, et les produits très-volatils en si petite proportion, que cette complication d'appareils ne me paraît pas devoir présenter de grands avantages. Ces systèmes méthodiques seraient mieux appliqués à la rectification des essences obtenues de cette première distillation, et encore l'avantage n'est-il pas prouvé.

Voici comment on se contente généralement d'opérer : on fractionne en trois parties tous les produits volatils de la distillation, chacune de ces parties étant reçue dans un réservoir spécial à chacun d'eux, l'ouvrier devant veiller au moment où le fractionnement doit se faire, pour changer la direction de l'essence et l'envoyer à son réservoir.

Le premier fractionnement comprend :

1° L'eau que renferment toujours les goudrons, eau chargée de sels ammoniacaux;

2° L'ensemble des essences les plus volatiles, dont les principales sont :

L'amylène, point d'ébullition.	39°	
La benzine	80 à 81°	
Le toluène.	103 à 104°	
Le xylène	137	—
Le cumène	151	—
La picoline.	133	— , etc.

Ce fractionnement s'arrête au moment où le thermomètre, plongé dans les vapeurs de la chaudière, marque environ 150°. Ces produits sont toujours accompagnés d'acide phénique et d'autres carbures entraînés malgré leur point d'ébullition plus élevé.

Sans l'eau, l'ensemble de ce premier fractionnement représente une proportion très-variable du goudron, suivant la qualité et la provenance de ce dernier :

De 3 à 4 p. 100 du poids du goudron, nous avons vu cette proportion s'élever jusqu'à 6 et 7 et même 8 p. 100.

Cet ensemble marque à l'aréomètre Baumé environ 25° à 26°.

Le second fractionnement comprend, outre une petite quantité de tous les produits ci-dessus, une forte proportion d'acide phénique, dont le point d'ébullition est à 188°, quelques produits acides, également saponifiables comme l'acide phénique, et de la naphtaline qui, malgré son haut point d'ébullition, 212° à 220°, se retrouve dans tous les produits. Ce fractionnement est arrêté à 200° du thermomètre et marque 15° Baumé.

Le troisième fractionnement, qui contient encore beaucoup d'acide phénique et huiles saponifiables, de la quinoléine, quelquefois des quantités très-appréciables d'aniline, une énorme proportion de naphtaline, toutes les huiles, enfin, à haut point d'ébullition, constitue ce que l'on appelle les huiles lourdes ou huiles créosotées; elles marquent seulement 5° à l'aréomètre Baumé, l'eau marquant 10°.

Dans l'usine des goudrons de la Compagnie parisienne, où la distillation se fait sur une grande échelle, ces huiles lourdes sont recueillies dans d'immenses réservoirs en tôle, jusqu'au moment où on les embarille pour les expédier, sans autre travail, aux industries qui conservent les bois en les imprégnant de ces huiles. L'écoulement de ce produit incommode se fait maintenant très-régulièrement.

Quant aux produits des premier et deuxième fractionnements, ou bien on les vend directement aux fabricants spéciaux d'aniline, ou bien, dans tous les cas, ils doivent être l'objet d'un traitement spécial, dans des ateliers à part, car ce traitement exige de grands soins et une minutieuse propreté.

Le traitement des goudrons que nous venons d'indiquer s'applique surtout à des produits assez riches en essences volatiles et qui permettent de faire ce fractionnement en trois parties des huiles condensées ; mais il est des goudrons si pauvres, qu'on se contente de deux fractionnements, toutes les essences jusqu'à 200° d'un côté, et les huiles lourdes de l'autre. Il y a, en effet, des goudrons qui ne rendent pas 1 p. 100 de benzine, et d'autres qui en produisent jusqu'à 5 p. 100.

Pour bien comprendre la suite de notre travail sur les goudrons et sur les industries qui en découlent et qui sont représentées à l'Exposition, il nous est indispensable d'entrer ici dans quelques détails théoriques sur la composition des produits volatils qui se dégagent par la distillation dudit goudron et qui sont condensés, comme nous l'avons vu.

Ces produits condensés contiennent des corps organiques très-nombreux que les chimistes sont parvenus à isoler et à étudier, et dont le nombre s'accroît presque chaque année.

Mais, dans la composition de toutes ces essences en huiles liquides et solides, il n'entre que quatre corps simples; ce sont : le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, combinés en proportions diverses par deux et trois seulement à la fois. Ces combinaisons diverses s'élèvent déjà à environ vingt-cinq, bien connues, et plusieurs peu étudiées.

On peut diviser ces séries en trois parties :

1° Produits acides composés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène ;

2° Produits alcalins composés de carbone, d'hydrogène et d'azote;

3° Produits neutres et hydrocarbures composés d'hydrogène et de carbone seulement.

Nous donnons ici le tableau aussi complet que possible de ces corps, tel que nous avons pu le composer avec les documents parus jusqu'à ce jour. Nous donnons en même temps leur composition, les densités connues et les points d'ébullition qui jouent un grand rôle dans leur fabrication. Plusieurs de ces produits sont représentés à l'Exposition par des spécimens d'une grande pureté et que nous aurons soin de signaler. On les désigne sous des noms divers ; nous adopterons la dénomination la plus en usage en France.

Tableau n° 1. — *Produits volatils de la distillation des goudrons provenant du gaz d'éclairage.*

	Composition.	Densité du liquide.	Point d'ébullition.
1° Corps acides.			Centigrades.
Acide phénique	$C^{12}H^{5}O + HO$	1.065	188°
Acide rosolique	accompagnant l'acide phénique en très-petites proportions, nous ne les indiquons ici que pour mémoire.		
Acide xylique			
2° Corps alcalins.			
Aniline	$C^{12}H^{7}Az$	1.028	182°
Quinoléine	$C^{18}H^{7}Az$	1.081	230
Pyridine	$C^{10}H^{5}Az$	—	150
Lutidine	$C^{14}H^{9}Az$	—	154
Lepidine	$C^{20}H^{9}Az$	—	260
Collidine	$C^{16}H^{11}Az$	0.921	179
Petinine	$C^{8}H^{11}Az$	—	80
Pyrrhol	—		
Picoline	$C^{12}H^{7}Az$	0.955	133
Cryptidine	—		
Parvoline	—		
3° Corps neutres ou hydrocarbures.			
Benzine	$C^{12}H^{6}$	0.850	81 à 86°
Toluène	$C^{14}H^{8}$	0.870	105 à 110
Cumène	$C^{18}H^{12}$	—	151
Xylène	—	—	127
Cymène	$C^{20}H^{14}$	0.861	175
Naphtaline	$C^{20}H^{8}$	1.048	217
Paranaphtaline	$C^{30}H^{12}$	—	300
Anthracène	$C^{28}H^{10}$	—	au-dessus de 300
Chrysène	$C^{12}H^{4}$	—	Id.
Pyrène	$C^{30}H^{12}$	—	Id.
—			
Eupionne	C H	—	169
Propylène	$C^{6}H^{6}$	—	Volatile.
Butylène	$C^{8}H^{8}$	—	»
Amylène	$C^{10}H^{10}$	—	39

Par l'inspection de ce tableau, on voit de suite que la science indique plu-

sieurs moyens pour arriver à leur séparation, au moins aussi complète que cela est nécessaire pour les besoins de l'industrie.

Ainsi, les points d'ébullition très-variés, nous donnent un premier moyen de séparation dont nous avons vu qu'on profite déjà dans la distillation première des goudrons, comme l'indique le deuxième tableau suivant :

TABLEAU N° 2. — *Produits qui distillent jusqu'à 150° centigrades.*

1er FRACTIONNEMENT.	Amylène. Point d'ébullition et autres carbures légers	39°
	Benzine	81 à 86 ?
	Petinine	80
	Toluène	104 à 108 ?
	Xylène	127
	Picoline	133
	Pyridine	150
	De 150 à 200° environ.	
2e FRACTIONNEMENT.	Cumène	151
	Lutidine	154
	Eupionne	169
	Cymène	175
	Collidine	179
	Aniline	182
	Acide phénique	188
	Au-dessus de 200°.	
3e FRACTIONNEMENT. Huiles lourdes.	Naphtaline	217
	Quinoléine	239
	Lepidine	260
	Para-naphtaline	300
	Anthracène au-dessus de	300
	Chrysène —	—
	Pyrène —	—
	Etc., etc.	

Il est évident qu'en pratique ce classement ne peut pas se faire d'une manière absolue, la naphtaline, par exemple, qui est facilement entraînée, même à une température bien au-dessous de son point d'ébullition, se retrouvera dans le second et même dans le premier fractionnement.

D'un autre côté, l'acide phénique qui se trouve près de la limite du second fractionnement, se rencontrera encore en proportion assez considérable dans le troisième fractionnement ; et c'est réellement ce qui a lieu, car les huiles lourdes, comme nous l'avons vu, en contiennent assez pour les rendre conservatrices des bois. Mais en définitive ces premiers fractionnements sont très-utiles en pratique.

L'inspection de notre tableau n° 1, nous indique un second moyen de séparation ; les acides énergiques minéraux enlèveront en effet tous les alcalis organiques, et la potasse, ou mieux la soude caustique, met à notre disposition un troisième moyen, en nous permettant de séparer les acides organiques.

Voyons comment on applique industriellement ces trois moyens d'épuration :

Différences dans le point d'ébullition,
Emploi des acides énergiques,
Emploi des alcalis énergiques.

Épuration des essences de goudron et séparation des divers produits.

Dans l'état actuel de l'industrie, nous n'avons plus à nous préoccuper des huiles du troisième fractionnement ; toutefois, comme les progrès marchent à pas de géant, on trouvera peut-être à mieux utiliser ce résidu.

Les produits du premier et du deuxième fractionnement des essences, entrent donc seuls dans l'atelier où s'opèrent l'épuration et la séparation des produits.

Traitement du premier fractionnement, essences jusqu'à 150° centigrades.

Dans la distillation du goudron, ces essences sont en proportion relativement faible ; aussi, par cette raison, une partie des essences du deuxième fractionnement se trouvent dans ce premier. Il convient donc, avant tout, de faire une première rectification sur des masses un peu importantes et après avoir séparé toute l'eau qui se dépose par le repos. Cette première rectification se fait dans des chaudières cylindriques en fer, contenant de 1000 à 2000 kilogrammes d'essence ; si on chauffe à la houille, le chauffage ne doit pas être direct ; le foyer doit être surmonté d'une voûte. Le chauffage à la tourbe est préférable. On peut également et mieux chauffer l'alambic avec de la vapeur à haute pression, au moyen d'un double fond, ou avec un serpentin avec retour d'eau. La distillation doit se faire, dans tous les cas, très-régulièrement, sans soubresauts, jusqu'à ce qu'on ait évaporé les deux tiers du contenu de la chaudière, qu'on condense par les moyens ordinaires mais très-énergiques, au commencement de la distillation surtout.

Ce qui reste dans la chaudière est réuni aux produits du *second fractionnement*, après, toutefois, en avoir séparé la naphtaline qui se dépose presque toujours par le refroidissement.

Les deux tiers rectifiés contiennent alors principalement :

L'amylène.....	39°
La petinine.....	80
La benzine.....	81 à 86
Le toluène.....	104 à 108
Le xylène.....	127

et une petite quantité de tous les autres produits moins volatils et probablement d'hydrocarbures inconnus encore.

L'amylène ou alcool des goudrons, peut être de suite séparée en mettant à part les premiers produits de la distillation, et être ajoutée plus tard aux benzines à détacher les étoffes ; ce produit est d'ailleurs en petite proportion.

Le reste des essences est recueilli dans un réservoir où l'eau se sépare par le repos, puis les essences sont soumises à des lavages méthodiques destinés à enlever l'ammoniaque et ses combinaisons, puis les alcalis et les acides organiques.

Voici la série de ces traitements :

1° Lavage à l'eau pure pour enlever l'ammoniaque et ses combinaisons, repos et décantage.

2° Lavage à froid avec 3 à 4 pour 100 d'acide sulfurique, qui dissout les produits basiques et qui entraîne un peu de naphtaline et des impuretés. Le mélange doit être fait très-énergiquement, et si c'est possible par des moyens mécaniques. Puis, par un repos de douze heures, le goudron acide se dépose complétement et l'essence surnage ; le goudron est évacué par le fond, les essences décantées sont reçues dans un troisième vase.

3° Lavage énergique à l'eau pure ; repos et soutirage de l'eau.

4° Second lavage à l'eau pure dans le même vase, repos et décantage dans un quatrième vase.

5° Lavage à froid, avec 1 à 2 pour 100 de soude caustique à 36°, pour enlever les dernières traces d'acide sulfurique et les acides organiques contenus dans le goudron.

Brassage énergique, repos pendant 12 heures, évacuation de la soude précipitée avec les acides combinés.

6° Premier lavage à l'eau pure, repos de 6 heures dans le même vase, et

7° Second lavage à l'eau pure, repos de 6 heures et soutirage de l'essence, dont le traitement chimique est enfin terminé.

Les vases qui servent à ce traitement sont généralement en fonte et cylindriques. Pour faciliter un lavage énergique, on ne doit pas opérer sur plus de 3 à 400 kilogrammes d'essences à la fois. Pour aider la manœuvre, à la Compagnie Parisienne et dans d'autres fabriques, les vases de lavage sont disposés en gradins, de manière à pouvoir se décanter de l'un dans l'autre par la différence de niveau.

Nous ne saurions trop recommander que les lavages soient bien faits ; que les vases soient propres et servent toujours à la même opération, et qu'ils soient hermétiquement fermés pour éviter les pertes d'essences très-volatiles.

Pour faciliter le nettoyage fréquent des vases, ils peuvent être munis de couvercles à fermeture hydraulique.

Les essences traitées, sont immédiatement enfermées dans des réservoirs en tôle bien clos ; elles ne renferment plus que des hydrocarbures neutres à point d'ébullition peu élevé, c'est-à-dire, la benzine, le toluène, le xylène, un peu de cumène et d'autres essences neutres. On les laisse reposer jusqu'à ce qu'elles soient limpides ; on les soutire et on les soumet à une seconde rectification dans des alambics, tenus proprement, et contenant 3 à 400 kilogrammes. Le chauffage ne doit pas se faire directement ; on emploie soit la vapeur à haute pression, soit un bain-marie composé d'huile de palme, dans lequel plonge l'alambic, et qui évite l'action directe du feu sur la chaudière. Pour obtenir des essences incolores, le chapiteau de l'alambic doit être en cuivre étamé intérieurement, et le serpentin réfrigérant en étain. La chaudière doit être nécessairement munie d'un thermomètre centigrade passant à travers un bouchon fermant une tubulure, de manière à ce que la boule plonge entièrement dans les vapeurs essentielles rectifiées. Ce thermomètre sert de guide pour la conduite de la rectification, qui doit se faire avec beaucoup de régularité et sans soubresauts. Dans l'industrie, on recueille ordinairement la benzine et le toluène ensemble ; dans ce cas, l'ouvrier doit fractionner tout ce qui passe à la distillation, jusqu'à ce que le thermomètre marque 110° ; on va même à tort jusqu'à 115°. Ce mélange constitue la benzine ou benzole, destinée à la fabrication de l'aniline et des couleurs qui en dérivent, et de l'essence de Mirbane. Les produits qui se condensent ensuite sont très-blancs et très-limpides, ils contiennent naturellement encore des traces de benzine et de toluène, mais surtout du xylène, du cumène, et probablement des hydrocarbures encore inconnus, à point d'ébullition semblable. Ces produits, recueillis depuis 110 jusqu'à 127°, sont mis à part et servent au nettoyage des étoffes, à la dissolution du caoutchouc, à l'éclairage et autres applications industrielles. Au-dessus de 127°, on fait un troisième fractionnement des essences condensées, et qui constitue une seconde qualité du produit précédent, appelé improprement benzine.

Lorsqu'on a recueilli ces trois produits :

1° Mélange de benzine et de toluène purs,
2° Benzine à détacher n° 1,
3° Benzine à détacher n° 2,

et que les essences condensées ne sont plus d'une grande limpidité et d'une grande blancheur, le résidu, qui reste encore dans l'alambic extrait à froid, va rejoindre les produits du *second fractionnement* de la distillation des goudrons. Quant aux trois produits recueillis ci-dessus, on les emmagasine de suite dans des réservoirs en fer-blanc, d'une propreté irréprochable, pour ensuite les emballer, soit dans des touries en verre, soit dans des vases en fer-blanc, si on veut les expédier.

La benzine et le toluène purs possèdent chacun, pour la fabrication de l'aniline et des couleurs, des qualités spéciales; aussi quelques fabricants, au lieu de les mélanger, commencent à fractionner ces produits en séparant ce qui passe par exemple jusqu'à 90° centigrades, de ce qui vient ensuite jusqu'à 110°. On obtient ainsi des produits, dont les premiers contiennent jusqu'à 70 de benzine et 30 de toluène, et les seconds au contraire 70 de toluène et 30 de benzine.

Si l'on voulait procéder à une séparation plus complète, ce que quelques fabricants font, il faudrait procéder à de nouvelles rectifications portant spécialement sur les produits recueillis jusqu'à 110° centigrades, et fractionner jusqu'à ce que le premier produit distille à 81° et le second à 108. Ici nous devons faire une remarque au sujet de ces points d'ébullition : dans les derniers ouvrages de chimie publiés, les chimistes admettent pour la benzine 86° et pour le toluène 110°. Les fabricants, qui ont exposé de très-beaux produits, admettent généralement au contraire pour la benzine pure un point d'ébullition constante de 80 à 81°, ce qui me paraît être vrai, au moins pour la benzine des goudrons de houille, et pour le toluène de 106 à 110°. Un fabricant anglais admet même 103 à 104°.

On devrait s'entendre sur ces degrés, qui donnent bien souvent lieu à des contestations entre le vendeur et l'acheteur, et qui sont évidemment dus principalement à ce que ces produits, bien définis, sont toujours accompagnés d'autres hydrocarbures à point d'ébullition analogue et qui, par des dédoublements, se produisent à chaque distillation nouvelle.

Si l'on voulait avoir de la benzine parfaitement pure, les produits qui passent jusqu'à 86° par exemple devraient être soumis à l'action d'un mélange frigorifique; la benzine cristallise, et en la comprimant, le toluène interposé entre les cristaux se sépare. En industrie, on a rarement besoin d'arriver à ce grand état de pureté.

Traitement du second fractionnement des produits volatils du goudron, essences de 150 à 200°.

A ces essences brutes du second fractionnement sont venus se joindre, comme nous l'avons dit, le résidu de la rectification des essences du premier fractionnement et le résidu de la seconde rectification définitive des benzines. Ce mélange, bien déposé, est rectifié également une première fois dans des chaudières contenant de 1000 à 2000 kilogrammes. Cette rectification devant donner, à la fin de l'opération, des essences à un point d'ébullition élevé, peut se faire, comme la distillation des goudrons, dans des bouilleurs cylindriques à foyer ordinaire, masqué par une voûte. La chaudière est munie d'un thermomètre, dont la boule plonge dans les vapeurs.

On fractionne les produits comme suit : jusqu'à 120°, les essences condensées sont réunies au produit du premier fractionnement de la distillation des goudrons, et par conséquent traitées ensuite comme lui ; de 120 à 190° on recueille

les essences à part. Le résidu contenu dans la chaudière retourne aux goudrons.

Les essences recueillies subissent le traitement suivant :

1° Lavage à l'eau pour enlever l'ammoniaque et les sels ammoniacaux.

2° Traitement avec 4 pour 100 d'acide sulfurique à 66°, brassage très-énergique.

3° Deux lavages successifs à l'eau pure.

4° Traitement avec une quantité de soude caustique à 36°, suffisante pour enlever tout l'acide phénique et autres acides. Il est impossible d'indiquer cette quantité d'avance, les huiles de goudron contenant des proportions très-diverses d'acide phénique. Dans 100 kilogrammes de goudron on a en effet trouvé depuis 4 jusqu'à 10 kilogrammes d'acide phénique, qui se retrouvent entièrement dans les huiles des trois fractionnements et surtout dans celles du second. Un essai préalable en petit sur ces huiles sera nécessaire pour chaque espèce de goudron nouvelle, ou d'huiles à traiter.

Cet essai est très-facile à exécuter ; il suffira de prendre par exemple 10 kilogrammes de ces essences et de les traiter par un grand excès de soude caustique liquide, pour qu'on soit sûr que tout l'acide phénique est enlevé.

La dissolution sodique soutirée, étendue de cinq fois son volume d'eau chaude, est laissée au repos pendant quelques heures, on la soutire à clair et on la sature par un acide minéral étendu d'eau. L'acide phénique se sépare sous forme d'huile qu'on pèse. L'équivalent de la soude caustique pure étant 390 et celui de l'acide phénique 1175, on voit que pour chaque unité d'acide phénique retiré de l'huile, il faudra environ 3 unités de soude caustique, supposée pure, ou l'équivalent en soude caustique étendue d'eau.

5° Deux lavages successifs à l'eau.

Bien entendu que dans toutes ces opérations on prend les précautions qui ont été indiquées lors du traitement des huiles du premier fractionnement : brassage énergique, repos suffisant, décantage fait avec soin, etc.

Le produit purifié ne contient plus que des essences neutres ou hydrocarbures à point d'ébullition élevé.

La seconde rectification doit se faire au bain-marie d'huile de palme ; la température de la vapeur à haute pression ne serait pas suffisante pour terminer l'opération ; l'alambic est muni de son thermomètre.

Au commencement de la distillation, on recueille toujours un peu de benzine et de toluène, qu'on joint aux produits semblables obtenus précédemment.

Viennent ensuite, en petite quantité, des essences incolores très-limpides qui, recueillies jusqu'à 127°, sont jointes à la benzine 1re à détacher. Au-dessus de 127° jusqu'à 140° environ, vient la benzine 2e, et quelquefois, avec les essences qui passent au-dessus de 150°, on fait une troisième qualité moins belle et moins limpide que les premières. Le résidu de la distillation est réuni aux huiles lourdes de goudron, et contient une quantité considérable de naphtaline et autres produits carburés à haute température.

Les nombreuses opérations que nous venons de décrire étant assez compliquées, nous croyons devoir les résumer dans le tableau suivant :

Matières premières.	Produits.
1° Goudron distillé....	Essences du 1er fractionnement. Essences du 2e fractionnement. Huiles lourdes. Brai en résidu.

2° Essences du premier fractionnement.

1re rectification..
- Deux tiers des essences à rectifier.
- Résidu ajouté aux essences de second fractionnement.

Traitement chimique des deux tiers.

2e rectification..
- Amylène, etc.
- Benzine et toluène.
- Benzine n° 1, à détacher.
- Benzine n° 2, à détacher.
- Résidu ajouté aux essences du second fractionnement.

3° Essences de fractionnement.

1re rectification..
- Essences jusqu'à 120° jointes au produits du premier fractionnement.
- De 120 à 190°, recueillies séparément.
- Résidu retourné au goudron.

Traitement chimique des essences de 120 à 190°.

2e rectification..
- Benzine et toluène mélangés, ajoutés aux mêmes du premier fractionnement.
- Benzine à détacher n° 1, jusqu'à 127°.
- Benzine à détacher n° 2, — 140.
- Benzine à détacher n° 3, — 150.
- Le résidu retourne aux huiles lourdes des goudrons.

En résumé, les produits commerciaux déjà retirés des fractionnements n° 1 et 2 sont :

Benzine pure ou mélanges divers de benzine et de tuol pour aniline et couleur.

Essence appelée improprement benzine n° 1, pour nettoyage, caoutchouc, etc.
— — benzine n° 2.
— — benzine n° 3.

Nous nous empressons de dire que la marche du travail que nous venons d'indiquer est en quelque sorte un cadre théorique qui est parfaitement applicable aux goudrons de houille de gaz, riches en essences, travail qui doit être plus ou moins modifié pour des goudrons pauvres et suivant les circonstances ; toutefois, on devra toujours être guidé par le principe de la séparation des produits, par la différence de température d'ébullition et par l'élimination des essences alcaline et acides au moyen de l'acide sulfurique et de la soude caustique.

Pour ne rien omettre et rendre le présent travail utile aux personnes qui voudraient s'occuper de cette industrie si riche d'avenir, nous devons dire que quelques industriels ont imaginé des appareils de rectification, avec lesquels les essences se séparent spontanément suivant leur température d'ébullition. Ces appareils se composent de plusieurs alambics successifs, dont le premier seul est chauffé par un foyer. Les vapeurs de cette première chaudière vont se condenser dans une seconde moins grande, dont la température ne tarde pas à s'élever à un degré suffisant pour qu'une partie des huiles condensées, arrivant à leur point d'ébullition, se dégagent à nouveau pour se condenser dans une troisième chaudière ; le même effet se produisant bientôt dans celle-ci, une nouvelle fraction d'essence s'évapore pour aller se condenser dans une quatrième. Le système se complète par un serpentin réfrigérent qui condense définitivement les essences les plus volatiles.

On a donc avec 4 chaudières et 1 serpentin des produits fractionnés en 5 essences de plus en plus volatiles. Mais ces moyens ingénieux que l'on peut varier à l'infini ne me paraissent pas avoir d'importance, par plusieurs raisons :

D'abord les essences sont dans des proportions très-diverses, en sorte que

telle essence bouillant à basse température peut être plus abondante que telle autre à un point d'ébullition plus élevé, et qui, par conséquent, ne sera pas en quantité suffisante pour que la chaleur de condensation fasse évaporer la première.

Ensuite il est impossible qu'une séparation spontanée se fasse bien ainsi ; on aura toujours des mélanges d'essences qu'il faudra séparer par une rectification définitive le thermomètre à la main.

L'alambic unique, d'une dimension suffisante, me paraît devoir suffire aux besoins de l'industrie ; car avec un thermomètre plongé dans les vapeurs, assez loin du niveau du liquide, on aura toujours un moyen suffisamment exact pour fractionner les produits, en dirigeant simplement les essences condensées d'un réservoir à un autre réservoir spécial, chaque fois que la température indiquée par le thermomètre motivera le fractionnement.

Comme économie de combustible, ce qui serait pratique serait d'utiliser la chaleur de condensation des essences de première rectification, pour opérer la seconde rectification desdites essences, devenues plus volatiles par la séparation de l'acide phénique et le traitement à l'acide sulfurique. On éviterait l'emploi de la vapeur d'eau à haute pression, tout en conservant le fractionnement suivant les indications du thermomètre.

Les spécimens des produits exposés en 1867, des produits commerciaux indiqués jusqu'à présent, sont très-nombreux ; nous signalerons pour la France :

La Compagnie parisienne d'éclairage.
M. Félix Dehaynin.
T. Coupier.
J. Casthellaz.
Carvès et Ce, de Saint-Étienne.
Coblenz frères.
H. Védlès.
La Compagnie lyonnaise la Fuschine.

POUR L'ALLEMAGNE.

MM. Broner, de Francfort.
Julius Rutgen, de Berlin.
Th. Wurtz, de Leipsig.
Weiler et Ce, de Cologne.

POUR L'ANGLETERRE.

MM. Demuth, de Birmingham.
Calvert, de Manchester.
Ch. Lowe et Ce, de Manchester.

Quelques-uns de ces fabricants, en outre des benzines et toluène mélangés et des essences à détacher, ont exposé de très-beaux échantillons d'hydrocarbures neutres et purs, dont voici les principaux, avec les degrés d'ébullition indiqués par ces fabricants, comparés aux degrés indiqués par les chimistes :

	Point d'ébullition d'après		
	LES CHIMISTES.	LES FABRICANTS.	
Benzine cristallisable pure.....	86°	80 à 81°	
Toluène.....	108 à 110	103 à 104	110
Xylène.....	127	126 à 127	
Cumène.....	151	148 à 149	
Cymene.....	169	171 à 172	

Déjà nous avons dit comment on pouvait isoler la benzine cristallisable du toluène; les trois autres essences le sont par des moyens analogues, c'est-à-dire par des rectifications successives et ménagées des benzines à détacher dans lesquelles elles se trouvent. Les différences presque régulières du point d'ébullition entre elles, et qui varient de 23 à 26°, permettent cette séparation.

Ajoutons que, comme la benzine, le cymène cristallise par le froid, ce qui donne un second moyen de séparation pour les deux dernières essences.

MM. Th. Coupier et Coblenz frères, de la section française, ont exposé de beaux échantillons de benzine cristallisable, de toluène, de xylène, de cumène et de cymène; M. J. Casthellaz, de la benzine cristallisable, du toluène et du cumène[1]. Dans la section anglaise, MM. Demuth et Cé ont de beaux spécimens des 5 essences neutres, qui sont jusqu'à présent les seules que l'industrie ait produites à l'état de pureté, et les dernières paraissent, comme la benzine et le toluène, devoir servir aussi à la fabrication des matières colorantes.

N'oublions pas cependant le carbure d'hydrogène neutre, le plus abondant des produits du goudron, la naphtaline, qu'on peut extraire dans la proportion énorme de 20 et jusqu'à 50 p. 100 de leurs poids.

C'est un produit encore peu employé à l'état de pureté; il commence cependant à recevoir quelques applications pour la production des couleurs. Il a été essayé aussi dans les forêts pour préserver les arbres de l'attaque des insectes; nous avons vu qu'il constitue peut-être la majeure partie des huiles créosotées qui servent à la conservation des bois. Presque tous les exposants déjà nommés ont envoyé de très-beaux échantillons de naphtaline cristallisée en magnifiques lames rhomboïdales blanches et nacrées; ces cristaux fondent à 79° et distillent de 212 à 230°.

La naphtaline brute, déposée des huiles lourdes et des essences du second fractionnement, est en effet très-facile à purifier; il suffit de la comprimer tout d'abord pour en extraire autant que possible les huiles interposées, puis de la sublimer par les procédés employés pour le soufre. Les vapeurs de naphtaline se condensent en brillantes paillettes dans la chambre de réception. Si on tient à l'avoir parfaitement pure, on la dissout dans l'alcool bouillant, dont elle se sépare de nouveau en cristaux par le refroidissement.

Nous donnons ces détails dans la prévision que la naphtaline est destinée à jouer un plus grand rôle qu'aujourd'hui. L'industrie arrivera un jour à dédoubler ce carbure, qui ne diffère des essences de valeur que par une plus forte proportion de carbone; en effet, l'essence neutre la plus carburée, la benzine, possède la composition suivante : $C^{12}H^{6}$, tandis que la naphtaline se formule $C^{20}H^{8}$.

Ayant passé la revue complète des corps neutres du goudron, il nous reste à parler des corps alcalins et des corps acides.

Quant aux essences alcalines, composées, comme nous l'avons vu, de carbone d'hydrogène et d'azote, elles sont en trop petite proportion dans les produits du goudron, pour qu'on puisse en tirer un parti commercial.

Ces alcalis organiques se retrouveront pour la plupart combinés avec l'acide

1. MM. Coupier et Coblenz exposent des produits dans lesquels la benzine et le toluène existent dans les proportions les plus convenables, pour la fabrication des diverses couleurs. C'est-à-dire :

75 benzine.	60 toluène.	70 toluène.
25 toluène.	40 benzine.	30 benzine.
100	100	100

sulfurique, qui nous a servi à traiter les essences de premier et de deuxième fractionnement, et qui s'est déposé sous la forme d'un goudron noir et épais.

Si on voulait entreprendre de les extraire, il suffirait de dissoudre ces goudrons dans l'eau chaude, de laisser déposer, de décanter la liqueur limpide et de la saturer par la soude caustique. Les alcalis organiques se sépareraient sous la forme d'une couche huileuse. Des distillations et des fractionnements successifs permettraient de les obtenir suivant leur point d'ébullition.

Les alcalis à haute température se retrouveraient, de la même manière, dans les huiles lourdes, lavées à l'acide sulfurique. Mais je le répète, l'aniline, la toluidine et autres dérivés des benzine, toluène, etc., sont aujourd'hui à si bon marché, que ce traitement n'offre pas d'intérêt commercial.

Traitement des résidus des essences, acide phénique.

Il n'en est pas de même des essences acides; plusieurs ont acquis une véritable importance, surtout l'acide phénique, puis l'acide rosolique, composés de trois corps simples : carbone, hydrogène et oxygène.

L'acide phénique (carbolique des Anglais), ayant son point d'ébullition à environ 188°, existe en forte proportion dans les huiles de second fractionnement de la distillation des goudrons, c'est-à-dire dans les produits dont le point d'ébullition est compris entre 150 à 200°.

L'acide de ces huiles se retrouvera donc entièrement combiné à la soude caustique, qui a servi au traitement chimique sous la forme de phénate de soude.

C'est, en effet, ce phénate de soude qui sert à sa préparation. Voici comment on opère :

1° On dissout ce phénate très-épais dans cinq ou six fois son volume d'eau chaude, en agitant vigoureusement la masse, puis on laisse refroidir; il se dépose de la naphtaline et quelques huiles émulsionnées par la soude et qui surnagent la dissolution de phénate de soude.

2° On soutire la partie clarifiée de la dissolution dans un réservoir inférieur et on la sature par un petit excès d'acide muriatique ou sulfurique étendu d'eau; en laissant reposer, le sel de soude, plus dense, gagne le fond du réservoir, et l'acide phénique et autres acides organiques qui l'accompagnent surnagent.

3° On décante l'acide phénique dans un troisième vase inférieur et on le lave énergiquement à deux eaux successives.

4° On le décante de nouveau dans un réservoir spécial, où on le prend, après un repos qui sépare l'eau, pour le soumettre à une rectification. Cette rectification se fait dans des cucurbites en fonte surmontées d'un chapiteau dans lequel s'engage un thermomètre dont la boule plonge dans les vapeurs.

Tous les produits, en petite quantité d'ailleurs, qui se dégagent au-dessous de 186°, sont fractionnés, et tout ce qui passe entre 186 et 190° est récolté comme acide phénique brut.

L'huile phénique, condensée dans un serpentin en fer, cristallise, par le refroidissement, très-facilement en hiver; en été, le refroidissement doit se faire dans des caves à 10°. Cet acide cristallisé, bien égoutté, est suffisamment pur pour la plupart des applications industrielles. Toutefois, pour l'obtenir dans un état de pureté plus grand encore, il faut comprimer fortement les cristaux pour en séparer l'huile interposée. On est quelquefois obligé de le rectifier une seconde fois; on ne prend alors que les produits qui passent exactement au point d'ébullition, c'est-à-dire à 188°. Les cristaux comprimés une seconde fois sont alors dans un grand état de pureté, commercialement parlant.

Les exposants que nous avons déjà nommés ont, en général, exposé de beaux échantillons d'acide phénique cristallisé ; mais nous citerons M. Lowe et Cie, et surtout M. Calvert, de Manchester, non pas seulement pour son exposition, mais aussi parce qu'il s'est occupé un des premiers et avec beaucoup de zèle de ce produit, au point de vue de ses qualités désinfectantes, antiputrides et thérapeutiques. De nombreux échantillons sous toutes les formes ont été exposés par lui pour cette application très-répandue en Angleterre. La Compagnie parisienne d'éclairage a également exposé de l'acide phénique et du phénate de chaux liquide pour désinfection. Le phénate de chaux brut se produit avec facilité, comme le phénate de soude, en traitant les huiles, bouillant entre 150 à 200°, par un lait de chaux bien tamisé, qui se combine avec l'acide phénique. La dissolution, décantée et bien reposée, peut servir à la désinfection, l'acide phénique se dégageant, comme le chlore du chlorure de chaux, très-lentement et étant remplacé par l'acide carbonique de l'air. Pour obtenir un phénate de chaux plus pur, on pourra traiter l'acide phénique liquide par le même lait de chaux. On pourrait même, comme nous l'avons nous-même essayé, remplacer la plus grande partie de la soude, employée ordinairement pour purifier les huiles de 150 à 200°, sauf à compléter l'opération par un peu de soude caustique ; mais cette opération est compliquée, bien moins nette, et demande beaucoup de surveillance, surtout si on veut ensuite extraire à l'état de pureté l'acide phénique. Nous en dirons autant du procédé indiqué par M. Kopp et répété par de nouveaux ouvrages de chimie, pour économiser l'acide sulfurique qu'on emploie pour décomposer le phénate de soude. Ce chimiste propose l'emploi des goudrons acides provenant, comme nous l'avons vu, du traitement des essences de premier et de deuxième fractionnement par l'acide sulfurique, pour saturer le phénate de soude. Cette opération est délicate en industrie, car on doit produire un *bisulfate* de soude qui seul peut retenir en dissolution les alcalis organiques. Si le sulfate n'est pas acide suffisamment, on risque d'introduire dans l'acide phénique, mis en liberté par la réaction, des huiles étrangères. L'économie ne vaut d'ailleurs pas l'embarras de cette opération, lorsqu'on veut fabriquer de l'acide phénique suffisamment pur et cristallisé. On comprendrait mieux l'économie de la soude, beaucoup plus chère, par la chaux. Enfin, pour en finir ici avec l'acide phénique, nous ajouterons que M. Bobœuf, qui s'est beaucoup occupé de cette question, a exposé de nombreux échantillons de phénate de soude en dissolution pour la désinfection et la thérapeutique.

M. Bobœuf est probablement le premier qui ait eu l'idée d'employer, pour extraire l'acide phénique, la dissolution de soude caustique. Avant lui, en France du moins, on employait la potasse caustique liquide et en plaque, comme l'a indiqué le célèbre chimiste Gerrhardt, qui s'est beaucoup occupé aussi des produits du goudron au point de vue scientifique.

L'acide phénique est accompagné, dans les huiles de goudron, par de très-petites quantités d'autres acides organiques qui se forment probablement dans les traitements. Le plus important est l'acide rosolique, dont on voit de superbes échantillons dans les expositions de MM. Calvert et Lowe et Cie. Mais cet acide rosolique n'est pas extrait directement du goudron ; il est produit par un traitement direct de l'acide phénique. Nous en parlerons plus tard. Disons seulement ici qu'on prépare avec l'acide rosolique de fort belles couleurs.

Considérations théoriques.

Avant de terminer ce chapitre sur le traitement des goudrons de gaz, nous devons mentionner les essais qui ont été exécutés pour tirer un meilleur parti des huiles lourdes tenant la naphtaline en dissolution.

Ces hydrocarbures très-riches en carbone, puisque, par leur simple combustion, on produit des masses de noir de fumée, soumises en vase clos à une haute température, laissent déposer une partie de leur carbone à l'état de graphite, et il se dégage des produits moins carbonés, c'est-à-dire du gaz propre à l'éclairage et des huiles plus hydrogénées. Il y a de l'avenir dans cette réaction, dans le cas où la naphtaline et autres résidus ne trouveraient pas de débouchés. La Compagnie parisienne a fait, sous l'impulsion de M. Regnault, des essais dans ce sens, et si, sous le rapport de la production chronique de nouvelles essences, ils n'ont pas encore parfaitement réussi, ces essais ont néanmoins prouvé la vérité du dédoublement pratique de ces hydrocarbures. L'action de l'acide sulfurique, concentré sur les huiles lourdes débarrassées d'acide phénique, produit un effet analogue, en réduisant la proportion de carbone ; on utilise cette action pour purifier ces huiles et les obtenir, après une rectification, assez incolores pour qu'elles puissent être appliquées à la peinture et à la fabrication des vernis communs. La Compagnie parisienne et M. Félix Dehaynin ont exposé des échantillons d'huile lourde décolorée. Pour en revenir au dédoublement par la haute température, la fabrication du gaz au bois de pin et de sapin, qui se pratique encore dans quelques villes de l'Allemagne et de la Suisse, à Zurich, par exemple, nous donne un exemple frappant de l'influence d'une très-haute température sur les huiles.

Lorsqu'on distille le bois dans une cornue, comme la houille, le gaz qui se dégage, même épuré, est très-peu éclairant; mais, par contre, il se dépose des quantités considérables d'huiles goudronneuses, après la sortie du gaz de la cornue.

Si, au contraire, comme cela se pratique dans ces usines, au sortir de la cornue on fait passer tous ensemble les produits de la distillation dans des tubes réfractaires chauffés à une très-haute température, les huiles goudronneuses sont décomposées, le gaz devient très-éclairant et les goudrons changent complétement de nature.

La benzine et les autres essences ne préexistent pas dans la houille ; elles se forment évidemment par des réactions multiples à haute température entre l'oxygène, l'azote, l'hydrogène et le carbone, qui entrent dans sa composition. L'eau contenue également dans le charbon de terre, mise en vapeur à une température élevée, n'est probablement pas non plus sans influence sur ces réactions.

Il est donc probable que, par une étude approfondie de ces phénomènes, et en faisant intervenir la vapeur d'eau, on arriverait à nouveau à produire avec les huiles lourdes et la naphtaline, non-seulement du gaz d'éclairage, mais encore des huiles essentielles légères et plus volatiles, et cela d'une manière manufacturière.

Les corps nombreux déjà que nous avons signalés dans le goudron au tableau n° 1, page 145, ne sont pas les seuls qui existent dans cette mine inépuisable de produits remarquables; il était à prévoir, en voyant la température d'ébullition des essences les plus stables comme la benzine, changer sans cause apparente, que d'autres hydrocarbures accompagnaient ces corps. Nos chimistes sont, en effet, à la veille de nous apprendre l'existence de plusieurs nouvelles essences inconnues jusqu'à ce jour et que l'on étudie dans ce moment.

Nous avons enfin terminé l'histoire des goudrons et des produits immédiats que l'industrie est arrivée à retirer directement de ce résidu précieux, pour être livrés courremment au commerce.

Nous allons résumer ces produits dans le tableau suivant, en indiquant leurs principales applications et leur prix approximatif et commercial actuel.

Produits immédiats et industriels retirés des goudrons de gaz d'éclairage.

Noms des produits.	Prix actuel approximatif.	Applications principales.
Brai gras, brai sec et brai liquide.	de 6 fr. 0/0 kil. à 9 —	Charbon dit de Paris. Asphalte factice. Agglomérés de houille.
Huiles lourdes de goudron dites créosotées.	de 6 à 8 fr. 0/0 kil.	Noir de fumée. Conservation des bois. Éclairage Dony. Dissolution du brai sec.
Huiles lourdes décolorées.	de 25 à 30 fr. 0/0 kil.	Application à la peinture à la fabrication des vernis communs et au graissage.
Benzine et toluène mélangés. Benzine pure commerciale. Toluène pur commercial.	de 100 à 130 fr. les 100 kil., suivant les mélanges.	Fabrication de l'aniline composée. Fabrication de l'aniline pure. — de la toluidine, et par suite des couleurs de ces bases.
Xylène.	Encore peu connu dans le commerce.	Fabrication de la xylidine qui donne des couleurs; se trouve dans les benzines à détacher.
Cumène et cymène.	?	Peu connu encore dans l'industrie, aptes à former des couleurs; se trouvent dans les benzines à détacher.
Hydrocarbures légers appelés improprement : Benzine n° 1. — n° 2. — n° 3.	 110 fr. 0/0 kil. 90 50	Nettoyage des étoffes. Dissolution des corps gras. — du caoutchouc. Nettoyage des machines à locomotives. Employé pour augmenter le pouvoir éclairant du gaz, etc.
Naphtaline.	10 à 20 fr. 0/0 kil. suivant sa pureté.	Fabrication du noir de fumée. Destruction des insectes dans les forêts. Préparation de la naphtilamine et de certaines couleurs.
Acide phénique liquide. Cristallisé et assez pur.	? 200 à 300 fr. 0/0 kil.	Fabrication de l'acide picrique et du bleu de Lyon. Conservation des matières végétales et animales. Désinfection. Agent thérapeutique.
Acide rosolique.	pour mémoire.	Fabrication de couleur.

Dans un prochain numéro, nous traiterons spécialement des goudrons qui sont obtenus dans la fabrication du coke métallurgique, industrie nouvelle qui, née en France, tend aujourd'hui à s'étendre en Belgique, en Angleterre et en Allemagne.

C. KNAB.

CONSTRUCTIONS CIVILES.

HABITATIONS.

AR M. LUCIEN PUTEAUX, ARCHITECTE-CONSTRUCTEUR.

(Planches X, XI, XII, XIII).

I

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

« L'architecture est née avec l'homme, a dit Lamennais, car l'homme eut tou-« jours besoin d'abri contre l'inclémence des saisons et les attaques des animaux.» L'histoire des habitations est donc aussi ancienne que le monde; elle comprend en outre, dans sa généralité, tout ce qui regarde la résidence, le logement de l'homme, depuis les cavernes souterraines des anciens Troglodytes et les tentes des premiers peuples pasteurs, jusqu'à nos somptueux édifices et aux palais de nos rois. L'architecture n'a pas non plus de patrie particulière : chaque peuple a trouvé l'origine de son art en employant les matériaux variés qui étaient à sa portée et en les soumettant aux formes qui exprimaient ses besoins. A tous ces points de vue, l'art de la construction mérite de figurer au premier rang dans une Exposition internationale; mais il a ce désavantage, à l'encontre des arts usuels, de ne pouvoir y être représenté que par des modèles à une petite échelle, qui donnent au public une idée très-imparfaite de l'œuvre dont ils tiennent la place. Aussi, jusqu'à ce jour, dans les précédentes Expositions de l'industrie, s'était-on contenté d'exposer non point les édifices eux-mêmes, mais les matériaux qui entrent dans leur composition, les machines dont il est fait usage pour les élever, et les objets servant à les décorer.

Aujourd'hui on a procédé différemment en permettant à l'architecture des diverses nations de nous fournir une exacte représentation de ses modèles. Aussi, bien que l'édifice principal renferme toutes les merveilles de l'art, de la science et de l'industrie, l'intérêt est moins, pour les promeneurs, au sein de cet édifice même, que dans les innombrables constructions du Parc qui l'environne. Rien de pittoresque comme cette multitude de bâtiments aux physionomies diverses, comme ces constructions bizarres, composées d'échantillons de tous les styles. Enserrée dans une zone relativement étroite, bornée de tous les côtés, cette ville étrange présente, dans sa variété même, quelque chose de confus qui heurte le regard; mais il n'en est pas moins vrai que c'est là ce qui donne un cachet tout particulier à l'Exposition universelle de 1867, ce qui la distingue des Expositions précédentes, et constitue son originalité.

Avant de passer en revue les divers édifices semés dans le Parc, avant de commencer cette série d'études sur les constructions civiles, qu'il nous soit permis de dire un mot du bâtiment principal de l'Exposition. Nous n'avons point l'intention de le décrire, ni d'entrer dans les détails de sa construction;

moins encore avons-nous l'intention de critiquer sa forme circulaire, son aspect extérieur sans façade, sa disposition intérieure sans perspective. Cette critique serait trop aisée, et d'ailleurs elle n'a pas été épargnée : tout a été dit sur ce *vaste gazomètre*, sur ce *crabe de mer gigantesque*. Nous nous bornons à exprimer le regret que, deux ans avant l'ouverture de l'Exposition, un concours n'ait pas été ouvert entre les architectes de tous les pays ; que les juges naturels de ce concours n'aient pas été choisis parmi les députés de chaque nation, et que le premier prix, décerné par ceux-ci, n'ait pas été appelé à exécuter l'œuvre qu'il aurait conçue. Au lieu de cette immense rotonde, nous aurions eu très-probablement un palais monumental, qui eût été un modèle d'architecture idéale par la grandeur des proportions, la hardiesse du style, en même temps que par l'élégance de la forme. En tout cas, quel que fût le résultat, qui aurait pu se plaindre? Sous le règne du suffrage universel, le concours n'est-il pas, en pareille matière, en même temps que la plus logique, la plus satisfaisante des solutions. Sans remonter au peuple grec, si fin connaisseur en matière d'art et qui mettait tout au concours, depuis les combats des athlètes, la poésie, la musique, la danse et les compositions dramatiques de la scène, jusqu'à la gravure d'une inscription et l'emploi d'un héraut ou d'un trompette ; n'avons-nous pas, sous les yeux, le meilleur exemple de ce que peut produire la lutte solennelle du concours? Voyez l'Opéra.

Si nous voulions rechercher pour quelle cause le bâtiment de l'Exposition manque d'élégance dans sa forme, et n'a aucun caractère monumental, peut-être la trouverions-nous dans l'influence fâcheuse que les ingénieurs ont exercée depuis quelque temps dans notre architecture moderne. Loin de nous l'intention de méconnaître les services éminents que nous ont rendus et nous rendent journellement nos ingénieurs dans les grands travaux d'utilité publique; c'est, nous le croyons, l'importance même de ces services qui, leur consacrant des droits à notre reconnaissance, a fait qu'on leur a confié, non-seulement nos viaducs et nos ponts, mais encore, bien à tort, selon nous, nos monuments. On ne s'est pas assez souvenu que, s'ils ont le privilége de la science, ils n'ont pas toujours le sentiment de l'art au même degré. Il suffit de regarder la haute paroi circulaire du bâtiment de l'Exposition pour demeurer convaincu que ce n'est point un architecte, mais un ingénieur qui a présidé à sa conception [1].

Ayant donné une aussi large part à la critique, il serait injuste de ne point reconnaître que si la distribution intérieure manque de grandiose, elle est du moins fort intelligemment comprise. Le système de division des voies rayon-

1. Nous croyons devoir protester au nom du Génie civil contre cette critique trop absolue. Ce n'est pas au moment où la presse étrangère est unanime pour admirer le mérite architectonique des ponts de la place de l'Europe par exemple, que nous pouvons accepter l'idée de l'infériorité artistique de nos ingénieurs. L'auteur de l'article eût voulu un concours pour le Palais de l'Exposition. Nous sommes complétement d'accord avec lui, mais à la condition que les architectes et les *ingénieurs* eussent également été admis à prendre part à ce concours. Les architectes sont trop portés à sacrifier l'utilité à la forme; on reproche aux ingénieurs de faire bon marché de la forme pour arriver à l'utilité. Le plan adopté eût dû être celui émanant ou d'un architecte, ou d'un ingénieur qui eût le mieux satisfait au double problème de la forme et de l'utilité.

En parlant des ponts de la place de l'Europe, les journaux anglais ont dit que si, en Angleterre, la condition de bon marché est prédominante, elle n'est que secondaire en France, et ils ont saisi cette occasion pour faire ressortir le mérite artistique, le bon goût au point de vue de l'esthétique des ingénieurs français. Ne soyons pas plus sévères pour nous-mêmes que nos émules de l'autre côté du détroit. E. L.

nantes par secteurs ; les quatre grandes avenues transversales dans les quatre directions du grand et du petit axe ; les rues nombreuses coupant les galeries, permettent aux promeneurs de circuler aisément, et de se diriger dans cette immensité sans trop de fatigue vers le point qu'ils désirent visiter.

Nous admirons aussi, sans réserve, la puissance des moyens employés dans ce gigantesque travail : aplanissement et nivellement du sol, terrassements, galeries d'égout et d'aérage, caves voûtées en béton aggloméré, érection de piliers, emploi merveilleux de la tôle développée dans une envergure jusqu'alors inconnue ; transformation du Champ de Mars en un véritable Colysée de fer, et cela en moins d'un an et demi. Exemple admirable de ce que peuvent réaliser à notre époque la mécanique et la métallurgie.

Revenons au sujet de notre étude, et circonscrivons quant à présent notre labeur ; commençons par étudier l'habitation de l'homme proprement dite, les hôtels et maisons à loyer, et surtout les types d'habitations de famille, propres aux diverses classes de travailleurs de chaque contrée, ainsi que ceux proposés pour les ouvriers des manufactures urbaines ou rurales, les cités ouvrières, bains, lavoirs, etc. Nous passerons ensuite en revue l'Exposition si intéressante du ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, comprenant toute cette admirable collection de modèles réduits, ponts, viaducs, écluses, barrages, ports, endiguements maritimes, phares et balises, exposés dans la classe 65 ; ce sujet devant être ultérieurement traité par nous avec tous les développements désirables.

La question d'habitation est, par elle-même, très-complexe et suffira provisoirement à nous occuper : encore traiterons-nous plus particulièrement des spécimens d'habitations de la classe 93, caractérisés par le bon marché uni aux conditions d'hygiène et de bien-être.

Les mosquées orientales avec leurs minarets, les kiosques rappelant le Bosphore, les bains turcs, les temples égyptiens ou mexicains, les caravansérails arabes, ont très-certainement leur intérêt, lorsqu'il s'agit surtout d'une promenade d'agrément qui vous permet de faire le tour du monde en quelques pas, et nous aurons plaisir à nous y arrêter ; mais, quelque charmant que nous paraisse le pavillon du bey de Tunis, avec sa façade originale flanquée de deux pavillons carrés surmontés de créneaux dentelés, nous lui préférons ces maisonnettes russes formés de troncs de sapin dégrossis, non équarris, mais seulement dépouillés de leur écorce ; les modestes habitations de Mulhouse, voire même la maison des ouvriers de Paris, malgré ses imperfections. En raisonnant ainsi, nous faisons abstraction du sentiment artistique pour nous placer exclusivement au point de vue de l'utile et du vrai, sur lesquels reposent, autant que sur le beau, les grands principes de construction. C'est d'ailleurs la pensée généreuse qui a présidé à la formation du dixième groupe, consacré aux objets spécialement exposés en vue d'améliorer la condition physique et morale de la population. Et si l'Exposition doit produire des résultats véritablement sérieux, utiles, n'est-ce pas dans cet ordre d'idées ?

Améliorer le logement de l'ouvrier dans les grandes villes, c'est l'encourager à l'épargne, c'est concourir au bonheur de sa famille, c'est assurer, de la manière la plus efficace, le maintien de l'ordre général. Trop d'entraînements de toute nature, notamment le luxe de mauvais goût du café populaire, — bien plus dangereux, selon nous, que la salle du cabaret, — les divans, les glaces, les dorures qu'il y rencontre, sollicitent l'ouvrier, même le plus honnête et le plus laborieux, à sortir de chez lui, le soir, après sa journée de travail ; à déserter son logement trop souvent incommode, répugnant et malsain, pour un établissement où la lumière resplendit, où l'air circule, — un air malheureusement vicié

et empesté de tabac. Quel meilleur moyen de le retenir chez lui que de lui offrir le bien-être de l'intérieur, en lui procurant, à bon marché, une habitation commode, saine, aérée, jouissant d'un confort relatif. Si, doublant le bienfait, on arrivait à le rendre propriétaire de cette habitation, comme ses mœurs se métamorphoseraient, comme il aimerait alors *son chez soi*, comme il s'y plairait, comme il l'embellirait et le décorerait! Mais, ce résultat tant rêvé, possible encore dans les banlieues de certains grands centres manufacturiers, devient une utopie à Paris, où le terrain est si cher. Tout ce qu'on peut espérer en ce sens, serait peut-être de tenter une combinaison permettant, au moyen d'un léger supplément de prix payable par annuités, à l'ouvrier aisé, c'est-à-dire à l'exception, au contre-maître, au chef d'atelier, de devenir propriétaire de son logement, considéré isolément dans l'ensemble de la maison, et de s'approprier une cellule à défaut de la ruche. Nous connaissons toutes les objections qu'on ne manquera pas de présenter, mais enfin cela ne se pratique-t-il pas, et la propriété n'est-elle pas ainsi fractionnée dans certaines villes de France, notamment à Rennes, à Grenoble et dans la province de Guipuscoa (nord de l'Espagne)

En attendant qu'on puisse rendre l'ouvrier propriétaire, à quelque titre que ce soit, le but à atteindre c'est de lui procurer, au meilleur marché possible, un logement commode et sain. Mais il ne faut pas songer à trouver un modèle théorique uniforme, car les convenances spéciales de chaque localité motivent, dans la pratique, des types variés.

Ainsi, dans les villes, par suite de la cherté des terrains, les bâtiments affectés aux habitations ouvrières comportent forcément plusieurs étages, distribués chacun en plusieurs logements et pouvant recevoir un nombre plus ou moins grand de locataires.

A la campagne, au contraire, et notamment dans les exploitations rurales, la maison s'étend en superficie, au lieu de s'élever en hauteur, souvent même elle ne contient qu'un seul logement et est occupée en entier par une seule famille.

Aussi, l'homme des champs, parmi bien d'autres avantages, a-t-il celui d'être beaucoup mieux et surtout plus sainement logé que l'ouvrier des villes. Nous ne sommes plus au temps où La Bruyère, en parlant du paysan, pouvait écrire :

« L'on voit certains animaux farouches, des mâles et des femelles, répandus « par la campagne, noirs, livides, et tout brûlés du soleil; attachés à la terre « qu'ils fouillent et qu'ils remuent avec une opiniâtreté invincible : ils ont comme « une voix articulée, et quand ils s'élèvent sur leurs pieds, ils montrent une « face humaine, et en effet ils sont des hommes. Ils se retirent la nuit dans des « tanières, où ils vivent de pain noir, d'eau et de racines; ils épargnent aux « autres hommes la peine de semer, de labourer et de recueillir pour vivre, et « méritent ainsi de ne pas manquer de ce pain qu'ils ont semé. »

Nous n'avons point seulement à rechercher la différence entre l'habitation de la ville et celle de la campagne; mais celle bien plus caractérisée qui existe entre le mode de construction des divers peuples.

Prenons pour point de comparaison extrême, l'Égyptien, né sous le brûlant climat de l'Afrique, et le Russe qui vit au milieu des steppes et des neiges de la Sibérie. Voisin des montagnes de la vallée du Nil sur lesquelles gisent de grands blocs de grès et de granit, le premier se servira de ces masses colossales pour se mettre à l'abri des ardeurs du soleil; il produira comme échantillon de son art ce temple de Philée, fortement assis sur de puissantes colonnes aux chapiteaux de lotus, chamarré de hyéroglyphes aux couleurs éclatantes. L'homme du Nord, environné de forêts de sapin, excellera dans les constructions en bois, qu'il façonnera et découpera avec une habileté merveilleuse. Il exposera son *isbah*, formée

de troncs d'arbres dégrossis et surmontée de broderies, de dentelles et de toutes sortes d'ornements en bois, exécutés d'inspiration à la hache ou à la scie.

De ces différences de matériaux, d'influences climatériques, d'instincts et de goûts divers sont nées les physionomies variées que présentent les types d'habitations cosmopolites exposées dans le Parc.

Passons rapidement en revue ceux de la classe 93.

Au premier rang des habitations exposées, il faut placer le spécimen construit aux frais de l'Empereur, qui a bien voulu s'inscrire au nombre des Exposants.

On doit se rappeler qu'à l'Exposition universelle de Londres, en 1851, S. A. R. le prince Albert avait fait bâtir, auprès du Palais-de-Cristal, un modèle d'habitations pour les classes ouvrières. Cette maison, de dimension très-restreinte, était construite en briques tubulaires, et renfermait des logements pour quatre familles seulement.

Le spécimen exposé par l'Empereur a été établi, au contraire, sur de très-vastes proportions. Il est situé en dehors du Champ de Mars, dans une rue nouvelle ouverte entre l'avenue Rapp et l'avenue de La Bourdonnaye, et se compose, dans son ensemble, d'un groupe de quatre maisons contiguës, élevées sur caves, d'un rez-de-chaussée et de quatre étages, formant, dans leur ensemble, un immense corps de logis.

Nous reviendrons sur ces maisons avec tous les détails que mérite une exposition de cette importance et nous en donnerons une description complète.

Dans le Champ de Mars notre attention est sollicitée par la maison dite des ouvriers de Paris, établie avec des fonds donnés par l'Empereur, par un comité d'ouvriers parisiens, en grande partie composé des anciens délégués à l'Exposition de Londres, en 1862, sous la présidence de M. Chabaud. Cette maison, bâtie avec subvention de l'Empereur, sera également l'objet d'une appréciation de notre part.

Parmi les habitations ouvrières disséminées dans le Parc et sur lesquelles nous reviendrons également, il convient encore de citer le groupe de quatre maisons semblables à celles de Mulhouse, de M. Jean Dolfus, maire de cette ville; la maison en briques de la Société coopérative, œuvre de M. Stanislas Ferrand; celle de MM. Japy frères et Ce, pour un seul ménage habité par une famille d'ouvriers horlogers; la maison des ouvriers de la Compagnie des mines de Blanzy pour deux ménages; les habitations des Prussiens, Belges, les pavillons russes, la hutte laponne, la maison dalécarlienne, etc., etc.

Mais le luxe d'une Exposition d'habitations d'un spécimen de dimension naturelle ne pouvait être permis qu'à des souverains, à de très-riches industriels et à de grandes compagnies. Les frais et dépenses considérables qu'il fallait entreprendre et cela sans profit, — puisque toutes ces maisons sont malheureusement destinées, à l'exception de celle de l'Empereur, à être très-prochainement détruites, — ont éloigné un grand nombre d'architectes et de constructeurs. La plupart d'entre eux ont dû se contenter d'exposer des spécimens de dimension réduite, lesquels mis au relief à une échelle petite, mais fort exacte, rendent compte aussi bien que possible de leur projet. Tels sont les modèles exposés par MM. Paul Dupont, Fabien, Tronchon, et Me Jouffroy Renault, de Paris; par M. Richebé, maire de Lille; MM. Janin frères, de Montluçon; la Compagnie des houillères d'Anzin, et dans la section anglaise par lord Digby M. Denton et plusieurs Compagnies ayant pour but l'amélioration de la condition des classes laborieuses.

Enfin, nous trouvons aussi dans la classe 65, parmi le matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture, un certain nombre de plans et de dessins fort intéressants. La plupart sont des projets réalisés, qui ont

reçu la consécration de la pratique ; l'un d'eux a même été exécuté, à Paris et dans ses anciennes banlieues, avec une subvention de l'État.

La question des habitations ouvrières occupe donc, comme on le voit, une large place à l'Exposition de 1867. Le gouvernement comprend toute son importance, surtout depuis que la transformation de Paris, de Lyon et de Marseille l'a mise à l'ordre du jour.

On peut ajouter que sa solution n'est pas seulement d'un intérêt national, mais encore d'un intérêt humanitaire. L'amélioration morale des classes laborieuses ne procède-t-elle point de leur amélioration physique, comme l'effet de la cause ?

Nous nous efforcerons donc de rendre cette série d'études aussi intéressante que possible ; et nous la compléterons par les plans et les dessins des principales habitations que nous décrirons.

SOCIÉTÉ COOPÉRATIVE IMMOBILIÈRE DE PARIS.

Habitation à bon marché pour un seul ménage.

Les sociétés de coopération ont pour objet, comme on le sait, soit d'acheter, pour les revendre sans bénéfice aux associés, des choses nécessaires aux besoins de la vie et aux travaux de leur industrie ; soit d'ouvrir à leur profit des crédits, et de leur faire des prêts d'argent ; soit enfin d'établir des ateliers de travail en commun et d'en vendre les produits collectivement ou individuellement.

Ces institutions éminemment philantropiques sont le complément et le corollaire des sociétés de secours mutuels : elles ont pris, depuis quelques années, une extrême importance surtout en Angleterre et en Allemagne ; elles semblent devoir également se développer avec succès en France. Leur principal bienfait est de procurer à l'ouvrier des aliments et des vêtements à bon marché : mais la question du logement a, dans la vie du travailleur, une importance non moins grande que celle de l'alimentation : le logement, comme la nourriture, influe directement sur la santé physique ; il influe, en outre, au même degré, sur la dignité, sur la moralité, qui sont la santé de l'âme. Aussi s'est-il rencontré une société qui a résolu d'appliquer le grand principe de la coopération aussi bien à la construction et à la location des maisons qu'à l'achat et à la vente des objets de consommation : la *Société coopérative immobilière* de Paris, fondée au mois de février 1866, et qui a pour président M. Jules Simon, député de la Seine.

Cette société, dont le but est de procurer à ses membres un logement commode, sain et agréable, aux conditions les plus modérées, a fait élever dans le Parc, non loin de la rue d'Alsace, le spécimen d'une de ces habitations modèles dans lesquelles seront logés les sociétaires.

Cette maison n'a point le caractère de la cité, ni même de l'habitation collective. C'est un petit corps de logis pour un seul ménage. On suppose qu'il est construit aux environs de Paris, à la station d'un chemin de fer, soit à Paris même, sur un des points de la banlieue récemment annexée. Il se trouverait en bordure sur la voie publique, entre deux maisons de formes semblables, avec cour ou jardin par derrière.

Les murs de face sont en briques, et ces briques de couleurs diverses, ont été

disposées de façon à former un dessin varié, rehaussé par un jointoiement à rayures blanches, dit à l'anglaise.

Quatre colonnes saillantes, en fonte creuse et cannelée, ajoutent à l'agrément du coup d'œil, tout en servant à l'écoulement des eaux pluviales.

Les planchers sont formés, non point de solives rapprochées, avec hourdis en maçonnerie, mais de voûtes légères en briques creuses dont les claveaux apparents font saillie sur la façade. Les croisées, au nombre de trois, diffèrent complétement les unes des autres, leur plus ou moins d'importance a été calculée d'après la dimension des pièces qu'elles servent à éclairer.

Avant d'entrer dans l'intérieur de la maison, disons de quels éléments elle est composée.

Les fondations sont en moëllon dur, hourdé en mortier de chaux hydraulique et sable. Les murs de face — nous l'avons déjà indiqué — sont exclusivement en briques. Au rez-de-chaussée, ils sont pleins, avec une épaisseur de $0^m,22$ seulement, toutes les charges reposent sur les colonnes en fonte. Au premier étage, ils se composent de deux cloisons en briques creuses, posées de champ, chacune de $0^m,04$ d'épaisseur, séparées l'une de l'autre par un vide de $0^m,10$ de largeur, dans lequel aboutissent des tuyaux d'aération partant de la cave et destinés à ventiler les pièces. De telle sorte que se trouve ménagé dans l'épaisseur des murs un courant d'air ascensionnel, véritable préservatif contre le froid, le chaud et le bruit extérieur.

Voyons maintenant quelle est la distribution intérieure :

Une porte d'entrée en chêne donne accès dans un petit vestibule. L'escalier, qui conduit au premier étage, longe le mur mitoyen, côté gauche. Cet escalier est en chêne, avec des contre-marches en sapin, rampe en barreaux de fonte et main courante en noyer. En face de l'entrée se trouvent la descente de cave et les cabinets d'aisance. A droite une salle à manger également à usage de cuisine et occupant tout le rez-de-chaussée, avec le vestibule et ses dépendances. On a cru devoir réunir la salle à manger à la cuisine, non-seulement pour réaliser une économie de construction et de chauffage, mais encore pour permettre à la mère de famille de ne point abandonner ses enfants pendant qu'elle vaque aux soins du ménage. Cette pièce, la plus grande de la maison et qui est aussi la salle de réunion de la famille, est éclairée, tout à la fois, par une fenêtre à deux arcs sur la rue et par une porte-fenêtre sur la cour ou jardin.

Au premier étage, sur le palier, s'ouvrent deux portes : l'une en face de l'escalier, l'autre à droite et donnant accès à deux chambres à coucher, indépendantes l'une de l'autre.

Au-dessus de ces deux chambres s'étend, dans toute la longueur de la maison, un grenier où l'on accède par une échelle mobile.

Telle est la description sommaire de cette maison, qui occupe un espace de 22 mètres carrés, et coûte 3,000 fr. de construction : nous en donnons les plans, l'élévation et les coupes. Ce projet est dû à M. Stanislas Ferrand, architecte administrateur, délégué de la Société coopérative immobilière de Paris pour la direction du service de la construction. M. Ferrand fait reposer son système sur les principes suivants :

Suppression des points d'appuis en maçonnerie à larges sections ;

Suppression des murs de refend ;

Suppression des murs de face en grosse maçonnerie ;

Suppression des planchers en fer à solives rapprochées;

Emploi de la fonte en colonnes creuses pour tous les points d'appuis verticaux, avec système d'emboîtement permettant la visite des assemblages ;

Emploi pour les planchers de voûtes légères, en briques creuses, portant sur des solives en tôle, avec sabot de métal ;

Isolement du fer et de la fonte d'avec la maçonnerie ;

Emploi de cloisons distancées en briques minces et creuses, pour les murs de face ;

Ventilation de toutes les pièces ;

Ornementation rationnelle résultant du système de construction et de la nature des matériaux employés.

De l'ensemble de ce système résulteraient les avantages suivants : 1° économie de terrain ; 2° économie de construction.

Nous croyons avoir fait une assez large part à la description de cette maison, et avoir résumé assez complétement les idées qui ont présidé à sa conception, pour nous permettre d'en aborder l'analyse critique. (Voir les planches.)

La Société coopérative immobilière a-t-elle réalisé toutes les conditions du programme pour l'habitation ouvrière, *type Paris*. Nous ne le pensons pas.

Le *type Paris*, suivant nous, doit forcément comporter, en raison de la cherté du terrain, une superposition d'étages. Ce n'est donc point une petite maisonnette, accompagnée d'un jardin, comme à Verviers et à Mulhouse, mais le spécimen d'une grande maison, vaste ruche à locataires, que nous aurions proposé comme modèle, comprenant tout à la fois des logements pour ménages et des chambres pour célibataires.

A ce point de vue, la maison des ouvriers de Paris est mieux comprise, et nous lui donnons de beaucoup la préférence. Ce qui nous étonne plus particulièrement, c'est que ce soit précisément une société coopérative qui ait commis ce contre-sens. La coopération ne réside-t-elle point uniquement dans le principe de communauté et d'union? — Si l'on réalise d'importantes économies dans l'achat en commun de denrées alimentaires et d'objets de première nécessité, c'est surtout en matière de construction qu'on peut retirer de précieux avantages de la mise en activité de ce principe fécond.

Sans insister sur l'économie du terrain qui, dans l'espèce particulière, est cependant d'une importance capitale, combien d'autres économies ne peut-on obtenir en construisant une maison commune à plusieurs locataires? — Mentionnons seulement celles qui résultent de l'escalier, de la toiture, de la fosse, des distributions d'eau et de gaz.

On nous répondra sans doute que cette maison, bien que désignée sous le vocable *type Paris*, n'est point destinée à être construite dans le centre de la ville, ou même dans un de ses faubourgs, mais hors des fortifications, voire même dans une localité des environs. On peut alors affirmer qu'elle ne saurait être considérée comme spécimen d'habitation à bon marché pour l'ouvrier parisien, qui doit être nécessairement logé à proximité de son travail et pour lequel l'axiome anglais : *Time is money* est une impérieuse vérité. Nous n'insisterons pas outre mesure sur cette enseigne décevante *type Paris*, car il n'a sans doute pas tenu à M. Ferrand d'exposer une maison plus importante, de cinq étages par exemple, telle que nous l'aurions désirée ; il a dû se plier à des questions de dépenses que nous avons indiquées au début de notre article.

Quant au système de distribution, nous faisons aux diverses pièces le reproche général d'être un peu exiguës, et nous ne considérons point comme un avantage qu'elles soient éclairées sur les deux faces opposées en raison de l'inconvénient des courants d'air et des lumières inverses. Nous n'approuvons aucunement la combinaison qui fait de la pièce du rez-de-chaussée, tout à la fois une salle à manger, un salon de famille et une cuisine. L'économie de chauffage en hiver, qui paraît surtout avoir motivé cette disposition, serait largement com-

pensée par les désagréments que procurerait l'exhalaison du charbon, surtout en été. D'ailleurs ne faut-il point, même au ménage le plus modeste, une pièce quelconque servant de lieu de réception ou d'atelier : c'est ordinairement la salle à manger. Quant à la cuisine, c'est le réceptacle indispensable des ustensiles de ménage, c'est une espèce de laboratoire intime où la maîtresse de la maison seule doit avoir accès. La fusion de ces deux pièces est inadmissible non-seulement au point de vue de l'hygiène, mais encore de nos mœurs et de nos habitudes.

L'escalier, quoique bien disposé, occupe une superficie relativement trop grande et provoque une dépense qui n'est pas en proportion avec le nombre des habitants. Il est regrettable qu'au premier étage, une seule des chambres soit à feu : il faut prévoir non-seulement les froids rigoureux, mais encore les cas de maladie. Le grenier et le comble ont trop d'importance.

Nous aurions préféré pour le *type Paris*, comme emploi rationnel des matériaux, le moëllon à la brique ; et la brique ordinaire posée à plat, à la brique creuse posée de champ. Dans une construction à bon marché, il faut avoir recours aux éléments les plus simples, les moins coûteux, employer d'abord ceux que fournit la localité, et n'avoir recours à d'autres que lorsqu'ils sont indispensables. C'est pourquoi nous critiquons dans l'espèce l'emploi de la fonte en colonnes creuses, et les arceaux intermédiaires en briques tubulaires. Les colonnes en fonte prises comme point d'appui se conçoivent dans de gigantesques constructions, là où les matériaux ordinaires sont insuffisants, dans nos halles, dans nos gares de chemin de fer ; les arceaux rendent également service pour de grandes portées : la brique tubulaire, d'une fabrication spéciale, très-chère comme prix de revient, mais d'une grande légèreté est alors d'une précieuse ressource. Mais il n'est pas besoin de mettre en œuvre des éléments si compliqués pour une maisonnette d'un étage, n'ayant même pas 7 mètres de longueur sur $3^m,50$ de profondeur. Nous pouvons même ajouter que l'assemblage de ces divers matériaux présente une grande difficulté de main-d'œuvre : un mur en briques, posées à plat, sur $0^m,22$ d'épaisseur, s'élève très-facilement et assez vite; le même mur, monté par double cloisonnage, avec des briques de champ, en ménageant un vide entre les deux parements, demandera trois fois plus de temps. Les briques tubulaires en arceaux doivent être placées par appareils réglés ; chacune d'elles doit subir un coupement à sa rencontre avec la colonne en fonte, et être entaillée suivant la forme du cintre : la complication est encore plus grande, pour les baies à voussures de la grande pièce du rez-de-chaussée, dont les extrados et les intrados se marient au moyen de recoupements. Enfin les jointoiements à l'anglaise ne peuvent être faits que par des ouvriers spéciaux, d'une grande habileté, qu'on paye non-seulement très-cher, mais qu'on rencontre difficilement. Ajoutez à cela la difficulté d'approvisionnements pour les briques de couleur, l'habileté à déployer pour assortir les nuances, et observer les dessins, et vous comprendrez qu'on ne saurait accepter cette maison comme un modèle de construction économique. Suivant nous, le cachet distinctif d'une maison d'ouvriers c'est la simplicité de sa façade et la modestie de son ornementation, ce qui n'exclut pas une certaine élégance due à la pureté des lignes et des profils : il faut qu'il y ait, dans une certaine mesure, harmonie entre l'habitation et les habitants.

Cette petite maison est aujourd'hui si coquette et si vernissée qu'elle semble sortir d'une boîte de joujoux de Nuremberg; mais sa décoration consistant surtout dans l'opposition des tons et des couleurs de la brique, elle est en quelque sorte factice, et il est à craindre qu'elle ne disparaisse sous l'ardeur du soleil et l'intempérie des saisons. En admettant la construction en briques, nous aurions préféré un ton unique naturel et un jointoiement simple, sans aucune décoration;

la maison même, en raison de sa destination, eût gagné à ne pas être trop ornée. On a trop sacrifié à l'apparence extérieure, et c'est pourquoi nous préférons les maisons de Mulhouse et de Verviers.

En résumé, la maison de la Société coopérative de Paris ne peut être, à notre avis, considérée comme le type parfait de l'habitation à bon marché pour la classe ouvrière ; mais il faut reconnaître, dans l'ensemble du projet, une certaine hardiesse et une tendance vers l'innovation qui ne nous déplaît pas. Nous ne l'avons critiquée aussi vivement que parce qu'elle se propose comme modèle et qu'elle est destinée, par son originalité même, à attirer l'attention. La distribution nous paraît même satisfaisante, à la condition toutefois de rétablir la cuisine, ce qui est d'ailleurs facile, et d'agrandir quelque peu la dimension des pièces. La façade annonce l'œuvre d'un architecte de goût ; elle a un côté pittoresque et séduisant. Nous ne l'avons désapprouvée qu'au point de vue de son application particulière. Nous ne doutons pas que bien des visiteurs ne rêvent une petite maison semblable, perdue dans le feuillage, aux environs de Paris ; mais une pareille habitation ne coûterait-elle réellement que 3,000 fr. de construction ?

Habitations à l'usage des travailleurs de l'industrie, de MM. Houget et Teston, de Verviers.

Planche XII.

Quand on entre dans le Champ de Mars par la grande porte de l'École militaire et qu'on se dirige vers le pont d'Iéna, on rencontre à sa droite le parc belge. Dans cette partie de l'Exposition, avant d'arriver à la taillerie de diamants de M. Coster, s'élèvent deux pavillons semblables exposés par MM. Houget et Teston, mécaniciens à Verviers.

Station importante du chemin de fer de Malines à Cologne, Verviers fabrique chaque année au moins cent mille pièces de drap dont le prix peut être évalué à plus de 25 millions de francs ; Verviers possède, en outre, plusieurs usines consacrées à la fabrication des savons, des eaux-fortes et du vitriol. Elle renferme par conséquent un grand nombre d'ouvriers.

Ces ouvriers se divisent en deux catégories, ceux qui travaillent en chambre, ceux qui sont employés au dehors. Au nombre des premiers figurent principalement les tisserands. La question des logements d'ouvriers a donc dans cette ville une extrême importance. Il s'y est fondé une société pour la construction de maisons à leur usage, mais cette société ne s'interdit point, comme celle de Mulhouse, le droit de percevoir un bénéfice dans ses opérations ; elle cherche au contraire à prouver qu'au point de vue financier, la construction de maisons ouvrières n'est point une mauvaise affaire, et qu'on peut opérer un bon placement de capitaux tout en venant en aide à la classe si intéressante des travailleurs. Dès le mois de juillet 1861, la société de Verviers construisait un groupe de neuf maisons à trois étages avec caves et greniers. Chacune de ces maisons contient quatre logements composés de deux et trois chambres, d'une cuisine et d'une cave, dont le prix mensuel de location ne dépasse point 20 fr. par mois, même pour le rez-de-chaussée auquel est adjoint un petit jardin. Il paraît cependant que ces nouvelles habitations, bien que très-convenables, n'ont pas obtenu tout le succès qu'il était permis d'espérer. Instruits par l'expérience, les actionnaires résolurent d'édifier des maisons semblables à celles de Mulhouse, c'est-à-

dire de peu d'importance, destinées à un seul ménage et dont le prix ne dépasserait pas 3,000 fr.

C'est un spécimen de deux de ces maisons juxtaposées que MM. Houget et Teston ont fait élever dans le parc belge. Elles sont construites exclusivement en briques, ce genre de maçonnerie étant à très-bon marché dans la Belgique où la brique abonde. Les murs de façades ont $0^m.36$ d'épaisseur, les murs mitoyens $0^m.24$ chacun; les planchers sont en sapin, la toiture en tuiles de Hollande.

Ces maisons se composent, au rez-de-chaussée, de deux pièces, dont l'une ayant son entrée sur la rue, est une grande chambre commune, servant en même temps de lieu de réunion pour la famille et d'atelier de travail à l'ouvrier tisserand. Cette pièce, destinée presque toujours à recevoir un métier à la Jacquart et quelquefois même, par une fâcheuse coutume inhérente à la localité, à servir de cabaret, est assez vaste : elle a $4^m.44$ sur $4^m.66$. La seconde pièce, donnant sur le jardin, est une cuisine de $2^m.50$ de profondeur sur $4^m.44$ de largeur; mais, dans cette largeur est compris un escalier tournant qui conduit au premier étage. Sous cet escalier a été ménagée la descente de cave qui, par une raison d'économie naturelle, n'a point été creusée dans les modèles exposés. La cuisine est pavée en carreaux, la salle commune est planchéiée en sapin.

Au premier étage se trouvent trois chambres à coucher, entièrement indépendantes les unes des autres, dont la plus grande a $2^m.50$ de largeur sur $4^m.66$ de profondeur, et la plus petite $2^m.50$ en tous sens. Non-seulement cette disposition nous paraît très-intelligemment comprise, mais encore elle nous semble répondre bien complétement aux besoins d'une famille d'ouvriers, qui se compose généralement, outre le père et la mère, de plusieurs enfants. Et cependant une pareille habitation ne coûte de construction que 2,900 fr., et, y compris le terrain avec un jardin de 15 mètres de profondeur, elle ne revient qu'à 4,000 fr., ce qui suppose un loyer annuel de 200 à 250 fr. Mais il faut aller à Verviers où terrain, main-d'œuvre et matériaux sont à très-bas prix pour se loger aussi confortablement et devenir propriétaire à aussi bon marché.

En résumé, nous n'avons donc que des éloges à adresser à MM. Houget et Teston. Nous regrettons toutefois que les fenêtres du premier étage ne soient pas plus larges et surtout plus élevées. Non-seulement l'aspect de la maison y gagnerait, mais encore l'air et la lumière pénétreraient plus abondamment dans les chambres à coucher au bénéfice des habitants, d'autant que le mode de chauffage, communiqué à toutes les pièces par un grand poêle muni de plaques en fonte, nous paraît aussi imparfait que peu hygiénique, et exige un fréquent renouvellement d'air. Nous regrettons encore que les lieux d'aisances soient relégués au fond du jardin. Nous savons que c'est là un usage à peu près général dans les campagnes, mais nous avons trop de moyens d'hygiène pour qu'il y ait un sérieux inconvénient à les placer dans la maison même : l'éloignement des cabinets peut devenir préjudiciable en hiver, et surtout dans les cas de maladie.

Mentionnons, avant de terminer, un curieux détail de mœurs locales. A Verviers, la passion que les ouvriers portent à l'élève du pigeon est telle, que chaque grenier de la petite cité est transformé en colombier. Aussi, pour éviter l'infection et la vermine, suites inévitables de cet encombrement de volatiles, on supprime les greniers autant que possible.

Les maisons que nous venons d'étudier sont en ce moment même habitées par les ouvriers que MM. Houget et Teston ont envoyés à Paris pour diriger le mouvement de leurs machines à l'Exposition. Lucien Puteaux.

(*La suite à un prochain fascicule.*)

LE MOBILIER,

Par M. Léon CHATEAU.

I

Dans le système de classification adopté par la commission impériale, le *troisième groupe* comprend les *meubles et autres objets destinés à l'habitation.* — Ce groupe, qui occupe la troisième galerie concentrique du Palais du Champ de Mars, se divise en douze classes, de 14 à 26 inclusivement.

Voici ce que chacune des douze classes renferme :

Classe 14. Meubles de luxe. — *Classe* 15. Ouvrages de tapissier et de décorateur. — *Classe* 16. Cristaux, verrerie de luxe et vitraux. — *Classe* 17. Porcelaines, faïences et autres poteries de luxe. — *Classe* 18. Tapis, tapisseries et autres objets d'ameublement. — *Classe* 19. Papiers peints. — *Classe* 20. Coutellerie. — *Classe* 21. Orfévrerie. — *Classe* 22. Bronzes d'art, fontes d'art diverses et ouvrages en métaux repoussés. — *Classe* 23. Horlogerie. — *Classe* 24. Appareils et procédés de chauffage et d'éclairage. — *Classe* 25. Parfumerie. — *Classe* 26. Objets de maroquinerie, de tabletterie et de vannerie.

La galerie où cette classification s'est réalisée est certainement une des plus remarquables par l'aspect varié de ses produits, et le charme du travail artistique qu'elle déploie aux yeux des visiteurs émerveillés. En effet, mettant de côté le groupe I, qui est tout entier renfermé dans ce que l'art a de plus élevé, et quelques-unes des classes du groupe II, le groupe III réunit toutes les industries qui ne peuvent se passer du sentiment de l'art, sans lequel rien de ce que fait l'homme ne peut durer. Ainsi, la classe 14 (meubles de luxe), la classe 15 (ouvrages de tapissier et de décorateur), la classe 16 (cristaux, verrerie de luxe et vitraux), la classe 17 (porcelaines, faïences et autres poteries de luxe), la classe 18 (tapis, tapisseries et autres tissus d'ameublement), la classe 19 (papiers peints), la classe 21 (orfévrerie), la classe 22 (bronzes d'art, fontes d'art diverses, objets en métaux repoussés), toutes ces nombreuses divisions du groupe III, présentent les applications les plus diverses et les plus nombreuses des arts appliqués à toutes ces industries, filles d'une civilisation avancée, où le luxe vrai, de bon aloi, charme autant l'œil qu'il satisfait le sens artistique de tous. C'est pour cela que la troisième galerie est remarquable et qu'elle attire la foule : c'est que chacun y découvre des merveilles de goût et de délicatesse, dans lesquelles la richesse de la matière est ce qui provoque le moins le regard. En parcourant ces nombreuses salles, que chaque nation a disposées à sa façon, on s'aperçoit avec une satisfaction mêlée d'orgueil que la France conserve son sceptre artistique, malgré la lutte sérieuse engagée depuis la première exposition universelle de Londres. Cette lutte, nous ne la soutenons pas seulement avec nos voisins d'outre-Manche, mais encore avec la Belgique, pour les dentelles; l'Italie, pour

les mosaïques et le travail de pierres dures; avec l'Allemagne, pour les verreries, etc. Il est évident que quelques visites dans la troisième galerie doivent rassurer notre amour-propre national; nous avons conservé notre supériorité sans conteste pour tous ces objets nés de la fantaisie, qui constituent ce qu'on nomme *articles de Paris*, pour les étoffes de soie brochées, pour les tapisseries fines, telles que nous en montrent les Gobelins ou Beauvais, pour les papiers peints, qui sont vraiment remarquables, pour la fabrication des porcelaines et celle des émaux, pour les bronzes et fontes d'art, qui offrent des travaux superbes, pour la ciselure, pour les meubles de luxe surtout, qui occupent un rang si élevé dans l'art appliqué.

Nous commencerons nos études faites dans le IIIe groupe, par la classe 14, *meubles de luxe*, qui tient à bon droit la première place et prépare admirablement à l'étude des autres classes.

En effet, l'art du mobilier est la suite nécessaire de ce premier des arts qu'on appelle l'*architecture;* c'est, on peut le dire, l'architecture réduite à des proportions restreintes qui n'excluent pas cependant la grandeur et l'harmonie, le caractère, en un mot. Comme les œuvres architecturales, les meubles ont leur ornementation extérieure et leurs dispositions intérieures; leur conception et leur exécution doivent montrer à tous les yeux l'idée nette et précise du but qu'ils sont destinés à remplir.

C'est là principalement qu'on doit demander l'alliance de l'art et l'application pratique des procédés de construction les plus avancés. Dans cet art du mobilier, comme dans tous les arts industriels, c'est au passé qu'on emprunte, c'est le passé qu'on utilise, mais qu'on ne doit pas chercher à refaire, sous peine de donner naissance à une œuvre sans souffle et sans vie. Ne n'oublions pas : chaque époque se crée un type de beauté qu'elle poursuit sans cesse, qu'elle ne réalise jamais d'une manière absolue, mais qui est en relation directe avec les idées, les aspirations et les besoins qui la tourmentent. Si l'art, dans ses plus hautes aspirations, — architecture et musique, sculpture et peinture, — est la traduction vraie des mœurs, des coutumes, des institutions d'une époque, s'il est la formule exacte de sa civilisation, on peut le dire encore de ces arts secondaires que renferme le groupe que nous étudions, parce qu'ils ont quelque chose de plus intime, qu'ils font partie de notre vie journalière et qu'ils sont les fidèles représentants du milieu dans lequel nous vivons.

Nous demanderons donc à ces enfants du grand art que la convenance domine l'imagination et la fantaisie, que l'arbitraire, comme en architecture, ne prenne pas la place de l'invention loyale, et que l'idéal poursuivi ne se change pas en un mirage décevant. L'artiste qui conçoit un meuble, le dessine et lui donne une ornementation, doit être convaincu que la beauté de la forme lui donnera seule le succès. Il doit la rechercher avec le plus grand soin; elle doit apparaître à son esprit comme un idéal de perfection que plusieurs grandes époques artistiques ont réussi à atteindre. Mais qu'il n'oublie pas que les horizons ne peuvent être les mêmes, que les enseignements du passé sont des jalons plantés sur sa route, et non des modèles à imiter servilement. Surtout qu'en voulant séduire l'esprit et les yeux, il ne se laisse pas dominer par la mode ou l'engouement d'un public souvent capricieux et défaillant dans ses goûts. Là est l'écueil ; — qu'il n'y trace pas son sillon, ce serait une ornière, et l'ornière est le tombeau du sens artistique et des belles œuvres.

Le bois est, on le sait, la matière la plus convenable pour la fabrication des meubles. Quoiqu'on ait employé, et qu'on emploie encore les bois communs

de nos pays, l'ébénisterie préfère les bois exotiques qui composent aujourd'hui le principe des meubles les plus répandus. On comprend facilement cette préférence, en examinant avec attention la plupart de ces substances qui peuvent se travailler sans efforts, prendre le plus beau poli et offrir à nos regards charmés les couleurs et l'éclat des marbres précieux, les nuances délicates et la finesse des plus beaux tissus. Ainsi nous savons que les *tabletiers*, les *bahutiers* et les *huchiers* du moyen âge employaient les bois blancs, le chêne et le noyer; ces deux derniers, se travaillant facilement, servaient à confectionner tous les meubles nécessaires à l'habitation, constituant le mobilier civil, aussi bien que les meubles exécutés pour les abbayes et les églises et formant le mobilier religieux.

Les bois exotiques n'ont dû apparaître en Europe qu'à l'époque des grandes découvertes géographiques, au quinzième et au seizième siècle; c'est, en effet, avec la Renaissance qu'apparaissent les meubles en bois étrangers, tels que l'Italie les fabriquait déjà, avec des incrustations d'ivoire et des sculptures fines et charmantes. Le chêne, que les imagiers du moyen âge savaient si bien tailler, ne fut plus employé que pour le mobilier commun. On y revint plus tard, comme nous le verrons bientôt, et on lui redonna sa véritable place dans l'art de sculpter le bois et d'en faire de grands meubles.

Parmi les bois exotiques, le plus employé depuis longtemps est l'acajou, qui n'est guère connu que depuis le commencement du dix-huitième siècle, et que l'art du placage a répandu partout en lui permettant de satisfaire à toutes les exigences. Aujourd'hui, on peut regarder l'acajou comme la matière première de l'ébénisterie. Je ne sais plus qui proposait même de changer ce nom de métier, dont la racine est ébène, en celui d'acajouterie. Qu'aurait-on gagné à ce changement?...

L'art du mobilier emploie plusieurs variétés d'acajou : l'*acajou moucheté*, qui présente une multitude de petits nœuds de couleur sombre, se détachant sur un fond clair, a eu plus de faveur autrefois qu'il n'en a aujourd'hui, faveur qu'il méritait certainement. L'arrêt capricieux qui paraît le frapper n'est pas irrévocable, — la mode s'en chargera. On remarque que les Anglais n'ont pas, dans les différentes expositions qui ont eu lieu, confirmé du tout cette exclusion prononcée par nos ébénistes contre l'acajou moucheté : ils ont parfaitement raison.

L'*acajou ronceux*, dont les palmes et les dessins si riches en couleur s'étalent si somptueusement sur les meubles, est très-recherché des amateurs. On en possède plusieurs espèces, dont quelques-unes ont une véritable rareté.

L'*acajou moiré* résulte d'une coupure en long faite dans un tronc d'acajou dont les fibres sont légèrement ondulées. Il fait un fort bel effet dans les grands meubles, et il me semble être trop dédaigné par nos ébénistes. L'acajou vient, comme on sait, des Antilles et de l'Amérique méridionale. On peut dire que tous les bois de ces contrées, dont la teinte est rougeâtre avec plus ou moins de veines et le grain assez fin, s'emploient dans l'ébénisterie sous le nom d'acajou. On ne peut nier que ce ne soit pas là une fraude réelle, car tous ces bois, appelés *calcedrat, honduras*, etc., sont loin de valoir l'acajou, et on le sait bien, puisque leurs prix sont inférieurs de plus de moitié à ceux des vrais acajous.

Le *palissandre*, qui est originaire des Indes, est un des beaux bois d'ébénisterie; sa faveur ne date pas de très-loin cependant, et elle est parfaitement justifiée par sa couleur brun violet, chaude et un peu fauve, traversée irrégulièrement par des veines noires, plus ou moins larges. Cette teinte sombre n'exclut pas la transparence, car on peut en apprécier la finesse de tissu et les nuances délicates. Le palissandre se polit admirablement et il répand une odeur

de violette, ce qui n'est pas à dédaigner. De plus, c'est de tous les bois exotiques celui qui est le plus propre aux incrustations. Sa couleur l'y dispose aussi, en fournissant des fonds d'une grande beauté.

Le *bois d'amarante*, qui vient des Moluques, est d'un brun tirant sur le violet par l'action de l'air. On l'emploie rarement seul, à cause de l'uniformité ordinaire de sa teinte. En général, les ébénistes en font des filets, des arabesques incrustés dans des bois clairs; il convient parfaitement à cette destination. Ajoutons qu'il n'est employé en France que depuis l'exposition de 1827.

L'*ébène* véritable est le bois par excellence de l'*ébénisterie*, quoique son emploi ait été depuis longtemps amoindri beaucoup par d'autres bois exotiques, notamment l'acajou. Il est produit par divers arbres d'Amérique, d'Afrique et surtout de l'Inde. On connaît sa couleur noire, citée à tout propos, sa dureté, la finesse de son grain serré et le poli remarquable qu'on lui donne. Dans la fabrication des meubles de luxe, l'ébène joue un grand rôle. Cela se comprend facilement : il donne au mobilier un aspect grave et sérieux d'un grand caractère; il admet les incrustations, surtout celles d'ivoire, de bronze, etc.; il se travaille avec netteté et se prête admirablement à la sculpture. Les Italiens de la Renaissance, les Français du seizième et du dix-septième siècle en ont fait de vrais chefs-d'œuvre, dont un certain nombre sont dans nos musées et dans les collections privées.

Nous venons de parler des principaux bois de couleur foncée que l'ébénisterie emploie en grande quantité; mais ce ne sont pas les seuls. Nous ne pouvons pas entrer ici dans le détail de tous les autres bois de teintes sombres que l'artiste combine de mille manières avec les précédents. Mentionnons rapidement le bois de gayac, vert-brun, qui vient d'Amérique; le bois de grenadille, vert foncé, de Cochinchine; le bois de fer, noir brun, très-dense et très-pesant, production de l'Amérique ; le bois d'amourette, originaire de la Chine, veiné de rouge et de noir, bois de luxe, comme le bois d'agra ou de senteur, qui est brun foncé et vient également de la Chine; le cormier des îles, brun foncé, fourni par les Antilles; l'aloès et ses variétés nombreuses, venant de l'Inde et de la Cochinchine; le bois de cocotier, rouge-brun, que nous donnent l'Asie, l'Afrique et l'Amérique; le bois de corail ou condori, d'une belle nuance rouge, et le santal avec ses variétés, passant du rouge foncé au jaune pâle, tous venant de l'Inde; le bambou, de diverses nuances et de divers pays ; le bois de lettres, à fond rouge ou jaune, moucheté de noir, que les ébénistes appellent *bois tapiré*, et qui vient d'Amérique. J'en passe de ceux employés en petite quantité; mais on aura une idée du luxe et de la variété des bois sombres dont l'industrie du mobilier dispose.

Passons aux bois clairs.

Si l'acajou peut être regardé comme le plus employé des bois de teintes sombres, on peut dire que l'érable est celui des bois de couleur claire dont les ébénistes font le plus grand usage. Nous mettons de côté, bien entendu, nos bois d'Europe, tels que l'aune, le buis, le mérisier, le châtaignier, le chêne, le frêne, le genévrier, le hêtre, le houx, le noyer, le peuplier, le poirier, l'orme, le tilleul, le sapin, etc., etc., dont tout le monde connaît l'emploi et les ressources considérables qu'ils offrent à l'industrie des meubles.

Le plus bel érable nous vient d'Amérique, des Antilles, de Saint-Domingue en particulier. Comme il est d'un travail difficile, il demande des mains habiles, car la moindre maladresse fait sur sa belle teinte blanche une tache irréparable, et l'on ne peut songer, comme pour les bois foncés, aux pièces rapportées ou aux mastics. Mais aussi, plus sa couleur est délicate, plus ses nuances sont fines,

plus il a d'apparence, plus il offre à l'œil ses reflets caressants et son grain fin et serré. Il y a plusieurs variétés d'érables : l'*érable sycomore*, qui donne celui dont l'emploi est le plus ordinaire ; l'érable de Saint-Domingue, ou *érable moucheté*, qui est généralement très-blanc et parsemé de mouches assez régulières ; la loupe d'érable de couleur variée, très-rare, qui sert à faire des coffrets précieux ; l'érable argenté, moins rare que le précédent, est aussi employé pour les œuvres de petites dimensions.

Le bois de *férole*, plus connu sous le nom de *bois satiné* ou *bois de Cayenne*, provient de plusieurs espèces de Férola, grands arbres des Guyanes. Il est dur, pesant, d'un grain fin et serré, d'une couleur généralement blanche, jaunâtre, avec des rayons qui le font ressembler à du satin. Le bois satiné prend un poli magnifique ; il offre quelquefois des nuances remarquables, telles que le rouge écarlate, le rouge panaché de jaune, de marron, de brun, etc. C'est un bois délicat, qu'il faut travailler avec habileté et qui donne de très-beaux effets, comme nous aurons occasion de le voir en parcourant les meubles du IIIe groupe.

Le bois de citron, mal nommé, puisqu'il ne provient pas du citronnier, a une couleur jaunâtre et une odeur qui ont été la cause de cette fausse dénomination. On l'appelle souvent *bois jasmin*, *bois jaune*, *bois rose des Antilles ;* c'est en effet de cet archipel qu'on le tire le plus communément. Il est d'un grain fin, serré, d'une teinte s'approchant du jaune citron qui est délicate, et est très-recherché pour les petits meubles d'appartements.

Le *bois de rose* proprement dit nous vient des Antilles ; il est dur, compacte, d'un grain serré, résineux ; il est d'une couleur rouge pâle ou jaunâtre, veiné de rouge vif ou de noir. Il développe le parfum de la rose, ce qui lui a fait donner son nom.

Enfin nous mentionnerons, pour les bois de teintes claires, le bois de cèdre, si estimé des anciens, qui offre plusieurs couleurs, parmi lesquelles le rose veiné est la plus commune. Le cannelier blanc de Ceylan ; le gommier blanc varié de la Guadeloupe ; le laurier gris de l'Ile de France ; le cyprès jaune de la Grèce, etc., etc.

En énumérant, trop longuement peut-être, quoique sommairement, les principaux bois exotiques qui entrent dans la fabrication des meubles, j'ai voulu montrer combien de riches matériaux la nature a mis à la disposition de l'ébéniste intelligent, doué du sentiment artistique. Et si on pense que cette remarquable variété de couleurs, de nuances et de qualités matérielles de toutes sortes peuvent s'ajouter à la sculpture, on aura le droit de demander à l'industrie du mobilier ce que nous demandons à l'architecture, à savoir : les conditions de convenance et de beauté, jointes à l'exécution la meilleure et la plus rationnelle.

Quoiqu'il n'entre pas dans notre cadre de parler des procédés employés pour façonner les bois, leur donner des formes choisies, pour les travailler, en un mot, nous rappellerons ici rapidement que la scie et le rabot donnent le moyen d'obtenir toutes les surfaces à génératrices rectilignes, c'est-à-dire à peu près toutes les moulures lisses que l'on trace en architecture ; — que le tour sert à donner au bois toutes les formes cylindriques, coniques et sphériques ; — enfin que le ciseau, ou plutôt les ciseaux de tous genres, — outils plus spéciaux du sculpteur, — permettent de faire sortir du bois toutes les formes créées par la fantaisie, aussi bien que celles offertes par la nature animée, ou encore celles données par les lois de la sculpture décorative. Le rôle du ciseau a, on le comprend, une grande importance dans la fabrication des meubles, car c'est, en partie, avec la sculpture que l'art vient s'y mêler. Avec elle aussi, les ressources

de l'artiste grandissent et prennent sur lui un empire auquel il ne sait pas toujours résister. C'est pourquoi je rappellerai encore ce que l'art demande à toute construction, je veux dire la sobriété des ornements sculptés, qui charme tant les esprits délicats pour lesquels la simplicité est une des conditions du beau. Si, en effet, les lignes harmonieuses d'un meuble, ses proportions justes et ses profils caractérisés disparaissent sous une profusion d'ornements; si aucune surface nue ne vient reposer l'œil sollicité de toutes parts, nous pourrons dire, en nous servant d'un mot célèbre : « Ne pouvant le faire beau, tu l'as fait riche. » Dans ces petits monuments qu'on appelle des meubles, l'imagination peut étendre ses ailes, sans cependant dépasser les limites que le goût impose, cela est vrai, et ce n'est pas moi qui retrécirai le champ de l'art; mais il me semble qu'on oublie trop que l'originalité n'est pas dans l'abondance de la sculpture et dans l'abus des incrustations de toutes espèces de matières colorées, bois, pierres, porcelaines. C'est un écueil que beaucoup n'ont pas su éviter, pas plus que celui qui consiste à refaire servilement des œuvres du passé, au lieu de chercher à produire quelque chose en rapport avec nos mœurs, nos habitudes et les besoins de notre époque. Et cependant que de talent dépensé dans tous ces meubles que nous montrent la France, l'Angleterre, la Belgique, la Suisse et l'Italie! Dans presque tous, l'exécution est remarquable, le travail en est délicat et fin, on sent la main de véritables artistes; on aperçoit aussi la direction, ou au moins la coopération d'architectes et d'archéologues. Tant mieux, l'art élève le métier à sa hauteur; personne ne peut s'en plaindre en disant que c'est l'art qui s'abaisse, car sa place est dans les régions supérieures d'où il ne peut descendre sans péril pour son existence.

Nos artistes, architectes, sculpteurs et peintres, ne doivent donc pas hésiter à aider l'industrie, à la faire entrer dans la voie où, déjà engagée, elle manifeste une si grande ardeur et donne de si brillants résultats. Ils éviteront ainsi aux ébénistes, très-habiles dans l'exécution, de tomber dans l'exagération des proportions; ils les empêcheront de viser à l'effet et d'enlever ainsi de vive force l'attention des visiteurs. Car, il faut le remarquer, l'industrie du mobilier a trop l'ambition du grandiose. Voilà des dressoirs, des buffets, des cabinets, des bibliothèques, des repos d'armes, dont les dimensions en font des édifices d'apparat. Où donc les mettra-t-on, ces grandes bibliothèques dont l'ornementation empêche de trouver la place pour loger les livres? Où donc ces immenses buffets, qui doivent s'annexer un marche-pied lorsqu'on veut en atteindre les étagères? Évidemment, nous touchons au ridicule; le but n'est ni atteint, ni dépassé, il n'est pas vu, on tire des coups de canon sur une grosse cloche pour que le bruit fasse retourner la foule. Ce sont là des aberrations nombreuses qu'on a vues aux expositions précédentes et qu'on voit encore à celle-ci. Nous les signalerons parce qu'elles déparent souvent des œuvres d'un mérite réel.

Il faut donc le dire et le redire : pour que l'industrie du mobilier nous donne des œuvres dignes des arts qu'elle appelle à son aide, elle doit se convaincre que les créations de l'esprit, dans lesquelles nous cherchons à réaliser la beauté, ont une relation directe avec les idées qui, à chaque époque, agitent l'humanité. Il existe, on le comprend, une succession historique qu'on doit étudier, comme un moyen puissant de développer le sens artistique par des comparaisons qui attachent et saisissent, et permettent de trouver des harmonies nouvelles; il faut y joindre l'étude intelligente des chefs-d'œuvre en tous les genres, l'analyse raisonnée de chacun d'eux, et la recherche du beau dans les diverses manifestations artistiques que les siècles nous ont laissées.

Notre cadre ne nous permet pas de tracer ici, même rapidement, l'historique du beau qui donne nettement l'idée des styles. Mais, avant de parler plus spé-

cialement de l'exposition de la classe 14, on voudra bien me permettre de rassembler quelques documents sur l'histoire particulière du mobilier.

Par leur nature même, les ouvrages en bois de l'ébéniste sont sujets à une destruction inévitable. Nous ne pouvons donc apprécier l'état du mobilier chez les peuples anciens qui ont laissé des preuves visibles d'un art avancé. Mais l'on peut restituer à peu près exactement, d'après les bas-reliefs, les peintures et les descriptions, les meubles, peu nombreux, il faut le dire, qu'employaient les peuples de l'antiquité.

Nous savons, par l'histoire, que l'art de l'ébéniste était pratiqué avec succès dans l'Asie occidentale, et particulièrement chez les Phéniciens. En Égypte, les monuments des époques anciennes nous montrent, gravées sur leurs murailles, des scènes de la vie publique et de la vie privée, où l'on découvre des meubles de différentes espèces. On doit croire que le mobilier était, comme l'architecture, enfermé dans les formes hiératiques qui avaient étreint l'art à sa naissance. Enchaînées par le symbole, immuables comme lui, ces formes, que nous apercevons à travers trois mille ans, nous prouvent que les anciens Égyptiens possédaient le sentiment du grand art acquis par une rare faculté d'observation et un goût décidé pour la perfection en toutes choses. Mais on voit trop que l'esprit théocratique souffla vite sur cette flamme divine et qu'il tua l'artiste en en faisant un ouvrier incomparable par l'habileté de sa main et son obéissance passive. On sait d'ailleurs combien l'esprit de caste vint encore enchaîner l'artiste ou l'ouvrier au symbole qui les liait d'une manière indissoluble, que l'œuvre fût un temple ou un mobilier, la décoration d'un palais ou d'un hypogée, la fabrication des objets vulgaires ou celle des étoffes précieuses.

Nous connaissons maintenant l'art assyrien; on peut l'étudier dans nos musées et reconnaître que, tout en étant encore attaché aux conventions d'une théocratie tyrannique, il fut plus libre que l'art égyptien, parce que l'immuable n'y domine pas comme sous les Pharaons, et qu'on y peut apercevoir quelques principes se rapprochant de la nature. Quant à l'art hébreu, que la Bible nous décrit si pompeusement en nous parlant des richesses artistiques dont le Temple et les palais royaux étaient remplis, nous ne possédons rien que les descriptions bibliques : tout a péri avec Jérusalem, l'art hébreu s'est anéanti sous le souffle qui a passé sur la race juive.

Qui ne sait qu'en venant sur la terre de la libre Europe, les arts antiques,— surtout celui de l'Égypte, — se régénérèrent en passant dans les mains des Grecs? Le symbolisme disparut avec eux, la lumière ne fut pas réservée seulement aux initiés; ils avaient trop le sentiment du beau, ils étaient trop bien doués pour ne pas chasser les erreurs qui avaient enchaîné les arts antiques. Aussi ils donnent une âme à la forme, et c'est pour cela qu'ils nous doivent servir de modèles. Quoique les Grecs n'aient jamais eu un grand nombre de meubles, et que nous ne les connaissions que par les bas-reliefs ou les descriptions, nous devons penser qu'ils étaient à la hauteur des autres œuvres de leur génie. Nous savons bien aussi que l'artisan était doublé d'un artiste véritable, et que Phidias, de la main qui avait fait le Jupiter Olympien, décorait la maison d'un simple particulier; Praxitèle modelait des statuettes qui garnissaient les tablettes d'un potier; et l'on peut dire que les grands artistes ne dédaignaient pas de dessiner ou sculpter des meubles. Nous avons aujourd'hui des exemples sous les yeux de ce qu'était l'art appliqué à l'industrie, dans le musée Campana; en examinant ces productions admirables, comme on voit bien que la liberté de l'artiste et de l'ouvrier n'était pas attachée à des formes symboliques étouffantes pour l'inspiration !

Les arts de Rome, fils de la Grèce, ne conservèrent pas leur pureté native;

l'Empire, avec ses pompes asiatiques et son amour des décorations brillantes apportées d'Orient, vit commencer la décadence des arts. L'histoire nous vante la magnificence des ameublements des théâtres, des thermes, des temples; les rares manuscrits grecs et les monuments de sculpture paraissent indiquer un changement dans la forme des meubles, qui devinrent d'une richesse incroyable; peu à peu, le goût antique qui surnageait encore se perdit, la pureté et la grâce furent sacrifiées au luxe sans frein des Byzantins. Mais les arts de la civilisation, qui avaient trouvé un refuge dans l'empire de Byzance, où ils devaient accélérer leur chute, trouvèrent en Occident, après une période longue et malheureuse, les éléments d'un rajeunissement qui les transforma. Et cependant, telle était la force vitale du grand Empire, que, pendant toute la durée des Carolingiens, l'influence byzantine se rencontre partout. Les preuves ne nous manquent pas, surtout en architecture, et les miniatures des manuscrits de cette époque nous représentent des trônes, des siéges à dossiers drapés à la manière byzantine.

Mais cette pression exercée par l'Orient sur l'occident de l'Europe, influence heureuse et conservatrice, se modifia lorsque la prépondérance des évêques et des moines eut acquis toute sa force. Cette puissance, qui avait grandi au milieu des sombres époques que l'histoire nous fait connaître après Charlemagne, cette puissance monastique, dans laquelle se résume toute la civilisation de ces temps de formation et de développement, changea considérablement les tendances des arts. J'ai montré ailleurs[1] comment l'influence monastique avait transformé les arts byzantins et avait créé le style *roman*, première phase de cet art religieux qui devait s'épanouir d'une façon si magnifique au treizième siècle, apogée de l'*art ogival*.

L'époque romane, qui a donné naissance à l'architecture monastique, vit aussi se renouveler l'art du mobilier. Vers la fin du onzième siècle, dit M. Labarte, dans son *Histoire des arts industriels*, les progrès qui commencèrent à se faire sentir dans les arts du dessin eurent une heureuse influence sur la fabrication du mobilier. Théophile nous apprend, dans sa *Diversarum artium schedula*, que certains meubles légers, comme les pliants et les escabelles, ceux qu'on ne couvrait pas d'étoffe, et aussi les selles de cheval et les litières à porteur, étaient ornés tout à la fois de peintures et de sculptures; qu'on ne se contentait pas de décorer les parties lisses des meubles sculptés d'une application de couleur, mais qu'on y peignait des figures, des animaux, des feuillages, des ornements de toute sorte, et que les peintures se faisaient quelquefois sur fond d'or.

C'est vers la fin du douzième siècle que l'art roman cède la place à l'art ogival, et qu'on voit apparaître cette architecture qui a élevé nos grandes et magnifiques cathédrales. L'art s'est transformé encore une fois, et, sous saint Louis, il est arrivé à son expression la plus haute. Les monuments de pierre ne sont pas les seuls qui subirent d'heureuses transformations : l'art du mobilier suivit de près et participa de l'élégante simplicité qu'on trouve partout dans les constructions, petites ou grandes, de cette époque. L'architecture de l'ogive impose ses formes aux meubles, ainsi que son ornementation qui se mêle aux bois tournés. Mais sous saint Louis, la simplicité était la loi des *huchers;* aussi tous ces meubles, — en petit nombre cependant, — qui garnissaient une habitation seigneuriale, tels que bahuts ou coffres, lits, bancs à dossiers, escabeaux, buffets, dressoirs, etc., étaient-ils très-peu couverts d'ornements sculptés ou incrustés, et, certes, ils n'en perdaient rien de leur valeur artistique.

1. *Histoire de l'architecture en France depuis l'époque druidique jusqu'à nos jours.*

A la fin du règne de Louis IX, la simplicité tend à disparaître; la sculpture sur bois fait d'immenses progrès; les *huchers* sont devenus de vrais artistes. C'est alors que le mobilier constitue absolument une architecture ogivale en bois, et qu'apparaissent ces meubles merveilleusement découpés et sculptés, dont quelques spécimens sont parvenus intacts jusqu'à nous.

Au quatorzième siècle, on continue la tradition du siècle précédent, mais pour peu de temps; car la principale ornementation des meubles, ce sont les riches étoffes tissées ou brodées, et les tapisseries. Tous les meubles en sont couverts, même les siéges et les bancs, et l'on conçoit que cet usage ait modifié quelque peu la décoration du mobilier. Mais la sculpture sur bois avait pris à la fin de ce siècle un grand développement en Allemagne, et notre pays s'éprit de passion pour cette branche de l'art. Aussi on voit le quinzième siècle se lancer, même en architecture, dans les maisons en pans de bois, dans les ouvrages sculptés. Les meubles reproduisent dans leur ornementation les dispositions les plus élégantes et les plus compliquées des décorations architecturales. Les étoffes sont peu employées; on laisse le meuble à découvert, pour pouvoir admirer ses fines découpures, ses bas-reliefs et ses statuettes travaillés avec tant de souplesse et d'habileté.

On peut dire qu'après l'époque ogivale, le goût des meubles sculptés était naturalisé en France, aussi bien ceux qui constituaient le mobilier religieux que ceux qui composaient le mobilier civil. Nous ne serons donc pas étonnés de voir le brillant seizième siècle conserver la tradition du grand mobilier, malgré le dédain profond qu'on portait à tout ce qui pouvait rappeler les siècles précédents, dédain que François Ier avait contribué à changer en un véritable mépris. Malgré cela, la transition ne fut pas brusque; les règnes de Charles VIII et de Louis XII en sont la preuve. Ce n'est, à vraiment parler, que sous François Ier que l'on abandonne tout à fait les dernières réminiscences du style fleuri pour revenir à l'antique. L'Italie en est la cause : elle était déjà entrée, depuis plus d'un siècle, dans cette splendide époque de Renaissance qui avait produit Dante, Pétrarque et Boccace, Arnolfo di Lupo, Brunelleschi et Ghiberti, et tant d'autres artistes illustres, précurseurs comme eux de Vinci, de Raphael et de Michel-Ange. Ce magnifique mouvement intellectuel eut pour point de départ la chute de Constantinople (1453) et l'émigration des artistes grecs en Italie, qui en fut la conséquence. Ces réfugiés furent accueillis par les républiques italiennes, parvenues à un haut degré de prospérité; ils y firent refleurir les arts, et les Italiens, avec eux, ne tardèrent pas à retrouver la tradition antique. L'impulsion fut immense. L'imprimerie qui venait de compléter la révolution, et qui elle-même avait été précédée de la découverte de la gravure, de la ciselure, de l'émaillerie, ne tarda pas à anéantir le symbolisme mystique du moyen âge: une ère nouvelle s'ouvrit pour les beaux-arts et pour les arts industriels. Rome eut ses sculpteurs, Venise ses verriers et ses ouvriers mosaïstes, Gênes ses émailleurs et ses faïenciers, Florence ses orfévres et ses ciseleurs.

C'est par les guerres d'Italie que la France du quinzième siècle fut mise en contact avec cette brillante révolution, qui fut bien une Renaissance dans toute l'acception du mot. Quand l'armée française repassa les Alpes, elle rapporta de Rome, de Florence, de Naples, de toute l'Italie, comme un éblouissement, et les cités, les manoirs gothiques, le mobilier sombre et rare, lui parurent froids, tristes, sans lumière, sans richesses et sans art.

On comprend quel effet durent produire sur François Ier, qui apparaissait « comme le type des générations nouvelles, » et dont l'organisation était en quelque sorte si bien préparée, les chefs-d'œuvre de l'art italien, alors à son apogée. Aussi tout son règne ne fut qu'un long patronage exercé sur les beaux-

arts et sur les lettres. Avec lui, la France entra dans ce grand renouvellement de la pensée commencé au siècle précédent, et l'on sait quel pas immense elle fit faire à la Renaissance, en y mêlant l'esprit, le savoir, l'imagination de la société nouvelle qui se forma sous les auspices de François Ier, société disposée à accueillir, par des motifs très-divers, toute espèce de nouveauté.

Au seizième siècle l'art du mobilier suit le mouvement imprimé aux Sociétés italienne et française. En Italie les meubles sont œuvres d'artistes et nous n'avons qu'à lire Vasari pour connaître les noms de leurs auteurs. En France, l'influence d'outre-mont se fait sentir : les meubles présentent des dispositions architecturales d'une grande pureté de lignes servant d'encadrement à de fines sculptures empruntées aux Italiens. Mais cette élégante simplicité ne dura pas longtemps : la manie de faire du luxe et de déployer une grande magnificence mena à l'exagération ; les ornements furent prodigués sous toutes les formes et les meubles en furent entièrement couverts.

A cette époque la sculpture en bois produit des œuvres remarquables, quoique ce soient les artistes de second ordre qui s'y adonnent plus particulièrement. Les noms des principaux d'entre ces artistes nous sont restés ainsi que quelques-uns de leurs ouvrages. Ainsi M. Labarte cite Deschauffour et Loisonnier qui sculptèrent en bois de noyer, d'après les dessins de Pierre Lescot, sept figures de six pieds de haut, pour la décoration d'une horloge. Un peu plus tard. Roland Maillard, les deux Hardoin, Francisque et Biard, auxquels était adjoint l'Italien Ponce Trebati, exécutèrent les sculptures en bois qui ornaient les lambris, les portes, les embrasures des fenêtres et le plafond de la chambre de parade du vieux Louvre. On cite encore parmi ces artistes, François L'Heureux qui est nommé dans les comptes du trésorier « des œuvres et édifices du roi Charles IX » pour 1564-1565, comme ayant reçu une certaine somme pour avoir « taillé en « bois une grande armoire de la Royne, enrichie de masques, festons et autres « ornements. »

A côté de la sculpture se développa un nouveau genre d'ornementation pour les meubles, je veux parler de la *marqueterie*, qui tire son origine de l'imitation des procédés de la mosaïque, dont elle cherche à produire les effets avec des bois de couleurs diverses, de l'ivoire et quelques autres matières. Bien qu'elle remonte au douzième siècle, cette innovation n'eut véritablement de vogue qu'aux deux siècles suivants. Venise était alors la ville d'Italie où la marqueterie se pratiquait sur une grande échelle, et produisait des œuvres remarquables. Dès le commencement du quinzième siècle, les Italiens, devenus très-habiles en ce genre de travail, perfectionnèrent les procédés de la marqueterie. On était parvenu, dit M. Labarte, à l'aide d'huiles pénétrantes et de couleurs bouillies dans l'eau, à donner aux bois des teintes assez variées pour imiter le feuillage des arbres, la limpidité des eaux, et pour produire par la dégradation des tons, les effets du lointain. Beaucoup d'artistes se firent une réputation en ce genre de décoration, et quelques-unes de leurs œuvres sont conservées précieusement, surtout dans les églises de Florence, de Sienne, de Pavie, etc.

La marqueterie passa en France un peu plus tard et fut surtout appliquée à l'ornementation des meubles de luxe ; on la fit beaucoup en ivoire sur ébène noir et nous possédons dans nos musées et nos collections particulières des meubles du seizième siècle qui sont remarquables par cette espèce de décoration qui se mêle aux sculptures fines et délicates du temps.

C'est aussi à cette époque qu'apparaît ce meuble particulier appelé chez nous cabinet. Son origine est allemande, et dans son pays natal on l'appelle Kunstschrank, mot composé signifiant artistique-armoire. C'est, en effet, une espèce d'armoire ou de coffret, suivant ses dimensions, garni d'un grand nombre de

tiroirs et de compartiments. Les cabinets sont, il me semble, des prétextes à ouvrages de menuiserie et à décorations de toutes sortes. On en connaît du seizième siècle et du dix-septième siècle auxquels ont, tout à la fois, travaillé le peintre, le sculpteur, l'orfévre, le graveur sur métal et le graveur en pierres fines, l'émailleur, le mosaïste et l'artiste en marqueterie. C'est bien, on le voit, un motif choisi par l'ébéniste pour déployer tous ses talents et donner la mesure de son habileté à travailler le bois, l'ivoire, l'écaille, la nacre, les métaux et les pierres dures. L'extérieur des cabinets rappelle presque toujours des dispositions architecturales, comme on peut le voir dans la section italienne de l'Exposition. L'intérieur est aussi soigné que le dehors, et montre ordinairement, en s'ouvrant, un péristyle orné de colonnes, de balustrades, de statuettes, d'ornements de tous genres.

L'Italie ne tarda pas à accepter ce meuble et à produire des œuvres d'une richesse inconnue jusqu'alors. De célèbres artistes en construisaient. On en voit un assez grand nombre au palais Pitti, à Florence. De l'Italie le cabinet passa en France où on paraît avoir adopté l'ébène comme matière principale, et les ornements et figures sculptés, comme décoration.

Après l'ébène, le chêne est très-employé, pour construire des cabinets ; ils sont généralement moins riches d'ornementation, mais présentent cependant, comme les premiers, un véritable travail artistique. Comme exemples de meubles français du seizième siècle je citerai le cabinet dit de Henri II, très-beau meuble en ébène que possède le Louvre, et un coffret dit de mariage qu'on voit au musée de Cluny.

La renaissance a donc marqué profondément sa trace dans l'art de l'ameublement comme elle l'a marquée partout et dans tout. Notre époque s'est éprise des magnifiques meubles du seizième siècle et du dix-septième siècle et s'en est inspirée très-heureusement dans beaucoup de cas. Nous attirerons l'attention de nos lecteurs sur plusieurs productions de ce genre exposées dans la galerie du mobilier.

Cette splendide époque de la Renaissance française ne dura pas aussi longtemps que l'époque ogivale, ou plutôt elle se modifia plus rapidement. L'heure de sa décadence sonna avec le règne de Henri III. C'est à dater de ce prince, créateur de l'étiquette de la cour, que commença l'art essentiellement monarchique, arrivé à son apogée sous l'absolutisme de Louis XIV. Il y eut cependant un commencement de réaction sous Louis XIII à laquelle on n'a pas fait, il me semble, assez attention. Malheureusement elle disparut bientôt et ne put survivre à Richelieu.

Sous Louis XIV on revient aux traditions antiques; on ne sait plus rien de la Renaissance, pourtant si proche encore. Tout se plie à la volonté du roi-soleil, dont un instinct sûr de la grandeur empêche, il faut le dire, la décadence complète des arts. Le majestueux, le grandiose si visibles dans l'architecture, se manifestent dans l'ameublement, quoique moins accentués. Ce qui caractérise surtout les meubles de ce temps, c'est la richesse de l'ornementation, non pas tant dans la matière employée que dans le dessin en lui-même. Les meubles sont grands, vastes, recouverts de riches tapisseries, et incrustés d'ivoire ou de cuivre jaune. La décoration multiplie les combinaisons, rappelle les arabesques les plus variées et les plus fantaisistes. La forme de ces meubles est pesante, mais ne manque pas de cette grandeur solennelle qui est un des caractères des ouvrages d'art de cette époque. Les incrustations d'ivoire, d'écaille, de cuivre, d'argent vinrent compléter une décoration déjà trop riche. Le célèbre André Boule fut, comme on le sait, l'ébéniste par excellence du temps de Louis XIV, et la manufacture des Gobelins le grand atelier d'où sortirent tous ces meubles fastueux

qui tirent l'ornement de Versailles et des palais des autres souverains de l'Europe.

L'art monarchique, absolu comme le grand roi, devait donner lieu à une réaction, car il n'est pas de l'essence des arts de vivre longtemps sous le poids du despotisme; cette réaction se montra aussitôt la mort de Louis XIV, un peu vive peut-être, comme le vieux sang gaulois longtemps comprimé.

La régence amena Louis XV, et le mobilier majestueux de Louis XIV se changea en un mobilier charmant, riche aussi, capricieux, et j'ajoute plus commode. Le style Louis XV est tout l'opposé du style Louis XIV; ses créations ont un cachet d'élégance et de coquetterie toute féminine. C'est le genre Pompadour avec ses enroulements qui se prêtent à toutes les fantaisies, ses feuillages et ses fleurs sculptés, ses coquillages et ses incrustations, genre qui est en harmonie parfaite avec cette époque spirituelle et licencieuse, mais où l'on aperçoit toujours l'esprit français, qualité essentielle du temps.

L'exagération du style Louis XV amena, sous son successeur, une réaction timide, mais qui cependant fut assez réelle pour donner naissance à un genre d'ameublement et de décoration, appelé genre Louis XVI. On crut revenir à la simplicité antique, on modéra seulement les entraînements et la fougue du style Louis XV. Malgré son objet peu déterminé, le Louis XVI possède des élégances et des délicatesses qui lui appartiennent. Il emploie le bois de rose, les porcelaines à tons tendres, les médaillons finement travaillés, les trophées en bronze doré; modère les enroulements, tourmente moins ses formes. Il était peut-être destiné à une carrière brillante; mais, la grande Révolution sociale et politique de la fin du siècle dernier interrompit violemment toute tradition. Elle rejeta tout ce qui rappelait le passé, et l'art antique devint l'idée dominante des artistes; le peintre David fut le chef convaincu de ce mouvement. Sous le Directoire, les arts de l'ancienne Grèce inspirèrent un ameublement à la grecque; sous l'Empire, l'art romain vint augmenter le nombre des anachronismes; il se transporta tout entier dans notre pays, et Percier et Fontaine, les premiers architectes du temps, furent ses grands-prêtres. Ils essayèrent de déterminer les formes de meubles soumises aux lois des arts grec et romain; mais ils ne parvinrent qu'à la raideur des lignes.

Qui ne connaît ce style Empire et ces mobiliers composés de petits monuments ornés de petites colonnes que surmontaient de petits chapiteaux dorés! Nos pères s'habituèrent difficilement à ces anachronismes qui faisaient d'eux de petits Grecs et de petits Romains. Aussi ce retour servile vers l'antiquité ne servit-il qu'à faire mieux sentir combien le juste sentiment des convenances est chose précieuse quand on veut reproduire les arts du passé.

La Restauration ne pouvait guère sortir de la voie où l'Empire avait engagé l'art de l'ameublement; elle ne put rien créer et n'eut par conséquent aucun genre qui lui fût propre. D'ailleurs, il faut le dire, la lutte de ce gouvernement vieilli et des tendances nationales, d'une part; de l'autre, l'introduction de la machine à vapeur sous toutes ses formes, qui révolutionna les conditions du travail et de la production, furent deux causes défavorables aux arts industriels, et qui empêchèrent toute idée nouvelle de se faire jour.

La Restauration laissa donc à la branche cadette un maigre héritage artistique; aussi n'avons-nous à constater qu'un mouvement lent et lourd des arts industriels, et surtout de l'ameublement. Cependant nous devons rappeler les développements que prit la science archéologique et l'enthousiasme qui s'empara des esprits en faveur de l'art du moyen âge. On se passionna pour les œuvres de cette époque; de savants archéologues firent connaître à la France ses richesses nationales, et l'école romantique les glorifia. L'auteur de *Notre-Dame de Paris*

plaidait, mieux que n'auraient pu le faire les enthousiastes du gothique, la cause de notre vieille architecture et des autres arts, et il déclara « qu'un des buts principaux de son livre est d'inspirer, s'il est possible, à la nation l'amour de l'architecture nationale. » Cette nouvelle voie dans laquelle s'engageait l'art se traduisit immédiatement par la restauration de nos antiques cathédrales et une réaction dans l'ameublement. Cette réaction, principalement due à Chenavard, ne fut pas cependant faite en vue de rajeunir le mobilier du moyen âge. Cet artiste s'inspira davantage des belles formes de la Renaissance dont il étudia avec ardeur toutes les ressources. Il voulait créer une industrie courante pour répandre dans le public des meubles du goût du seizième siècle. Sa tentative réussit au delà de ses espérances, l'art du mobilier en fut remué jusque dans ses bases et produisit des œuvres qui firent sensation. L'exagération comprima bientôt l'essor qu'avait donné Chenavard; mais, malgré cela, le mouvement ne pouvait s'arrêter; son influence devait, en somme, être heureuse pour les arts de l'ameublement. Les artistes furent mis en contact avec les industriels : Feuchère, pour l'orfévrerie, en est un exemple remarquable. On revint aussi aux bois indigènes qu'on avait trop délaissés et qui s'ajoutèrent aux bois d'ébène, d'acajou et de palissandre, le dernier qui soit venu prendre une place importante dans l'ébénisterie.

Ce retour vers un passé glorieux fit naître l'éclectisme contemporain. On remit en honneur les styles Louis XIV, Louis XV et Louis XVI; la Renaissance conserva une vraie faveur, et l'art ogival n'est pas dédaigné pour cela. Enfin, notre époque a étudié, plus qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, les magnifiques productions de l'art des colonies de la Grande-Grèce, et nous voyons des ameublements s'en inspirer, souvent heureusement. Il ressort aussi de cette tendance bien marquée vers un éclectisme intelligent que les ouvriers ont acquis une science et une habileté qu'on ne peut nier devant les productions qui sont sous nos yeux. Cette science et cette habileté ne sont pas le privilége de quelques-uns, et ne sont pas mises, en général, au service d'une copie servile, ce qui serait à jamais déplorable. Non, nous en avons la preuve dans ces meubles auxquels nos artistes donnent un cachet propre à notre époque, qui se dégage d'une imitation intelligente du passé, sans cependant qu'il en sorte un genre encore bien défini. Je trouve une autre preuve dans les mobiliers destinés à la vente courante et qui se distinguent par une certaine pureté de formes, une ornementation de bon goût, imitations éloignées, sans doute, des grands ameublements artistiques qui ont été leurs modèles.

Les conditions des arts industriels sont, au surplus, tout à fait nouvelles depuis que les classes ouvrières ont été appelées à la vie politique, et qu'elles peuvent jouir des bienfaits de l'instruction, sans laquelle la liberté n'est qu'un vain mot; depuis que nous possédons la puissance immense de nos moyens d'action sur la matière inerte au moyen de la force de la vapeur; depuis l'accroissement de la fortune publique et l'essor laissé à l'initiative individuelle; depuis, enfin, les progrès inouïs de la science, toujours prête à illuminer la voie où l'industrie s'engage et à la servir dans toutes ses manifestations.

Toutes ces causes principales, et d'autres secondaires, que nous ne pouvons développer ici, ont eu, parmi leurs nombreux effets, celui d'anéantir les priviléges. Les satisfactions élevées que donnent les beaux-arts ne sont plus le partage de quelques-uns; tous, nous pouvons en jouir, et chacun, dans nos industries, nous devons, en prenant l'art à sa source, élargir le vaste champ qu'il occupe dans les civilisations avancées. C'est là, on ne peut le nier, que tend le progrès général, et cette tendance, il n'est donné à aucune puissance d'en

arrêter le développement. Au reste, la plus difficile portion de la route est faite. La partie intelligente et éclairée des classes qui vivent de l'industrie est déjà artiste ou peu s'en faut, et, ce qui contribuera à leur développement complet, c'est un enseignement du dessin élevé et vigoureux, qui épure le goût en secouant le joug de la routine et des préjugés vieillis. C'est ensuite placer les ouvriers sous la direction d'artistes éminents chargés de concevoir avec méthode et de les guider ensuite dans l'exécution des projets que ces derniers auront élaborés. C'est ainsi que se propagera le luxe vrai et sincère, et que l'art descendra jusque dans les profondeurs industrielles les plus infinies : le goût public se formera sainement et virilement et la décadence ne sera point à craindre.

Disons, en terminant ce trop long historique, avec M. Delaborde : « Faisons que la nation tout entière devienne artiste ; si l'on vous dit que l'art ne s'élève qu'emporté par l'inspiration, et qu'il n'y a pas de procédé pour créer des hommes de génie, pas plus dans les arts que dans les lettres, vous conviendrez de cette vérité; mais l'extension de l'étude des arts à tous établit une immense base qui empêche qu'un homme de génie puisse rester inconnu, incompris ou négligé. Et d'ailleurs, *immédiatement au-dessous du génie règne le talent*, et quand le public sera composé d'habiles praticiens, les talents seront d'autant plus distingués qu'ils auront de meilleurs juges.... Le génie sera le sommet; le talent et le goût, la base; plus loin vous étendez la base de la pyramide, plus haut s'élève son sommet. »

C'est avec les idées critiques que j'ai émises dans les pages qui précèdent, que je me propose, dans celles qui vont suivre, d'examiner les produits de la classe 14, aussi bien chez les exposants étrangers que chez les nôtres. Je commencerai par les premiers, en suivant l'ordre dans lequel on les trouve quand on entre dans la galerie du mobilier, par la section anglaise qui s'ouvre sur le grand vestibule. Sans m'appesantir sur ces expositions, je ne veux pas cependant omettre de signaler les meubles qui me paraissent sortir de la ligne commune. Quand j'arriverai au mobilier français, mon examen sera plus complet, on le comprend, et aussi impartial. Nous avons dans notre galerie du mobilier des œuvres dignes de remarque, qui sont placées dans des coins où l'on ne peut les voir convenablement, ni, par suite les apprécier sérieusement; j'appellerai sur elles l'attention des lecteurs des *Études de l'Exposition*. J'essaierai enfin de dresser le bilan de la situation de nos arts appliqués à l'ameublement, je le comparerai avec celui de nos rivaux, et je puis dire déjà, sans commettre d'indiscrétion, ce que disait Necker avant la révolution : « Le goût est pour la France le plus adroit de tous les commerces. »

Léon Chateau.

FABRICATION DES PAPIERS PEINTS,

PAR M. Dr KÆPPELIN,
Chimiste-Manufacturier, Rédacteur aux *Annales du Génie civil*.

I

HISTORIQUE.

Cette belle industrie a la même origine que celle des toiles peintes dont j'ai parlé dans ma précédente étude, et c'est aussi l'Orient qui l'a vue naître.

C'est de la Chine qu'elle nous est venue, il y a plus d'un siècle, bien imparfaite, bien barbare encore; mais depuis l'époque de son établissement en Europe, elle a suivi le courant rapide dans lequel ont été entraînées toutes les autres industries, et elle n'est pas restée immobile et stationnaire comme dans les contrées où elle a été créée; elle s'est transformée complétement sous l'impulsion qui la dirigeait vers les productions artistiques, tout en ne négligeant rien de ce que les découvertes de la mécanique et de la chimie pouvaient apporter de modifications heureuses dans sa partie technique, et, au lieu de ces produits imparfaits que l'Orient nous envoie encore aujourd'hui, ce sont de véritables œuvres d'art, des miracles de goût et de science pratique, que nous pourrons admirer à l'Exposition.

Je vais essayer de dire, aussi brièvement que possible, de quelle manière ces progrès se sont réalisés et en quoi consiste cette industrie des papiers peints que tout le monde connaît de nom, mais sans se douter après quels efforts le génie de l'homme est parvenu à reproduire industriellement, par des moyens mécaniques, avec autant de goût que de perfection, les dessins et les peintures de véritables artistes.

Les premiers établissements qui furent créés en Europe datent de 1746, et c'est en Angleterre que s'élevèrent les premières fabriques de papiers peints. Ces essais furent d'abord timides et n'eurent pas un grand succès. On imprimait sur des feuilles de papier des dessins qui ne manquaient pas de délicatesse, au moyen de grandes planches fort légères, sur lesquelles étaient gravés les objets que l'on voulait reproduire; ces planches avaient quelquefois une longueur de 2 mètres.

Ce ne fut cependant que quarante ans plus tard, et en s'appuyant pour ainsi dire sur une industrie sœur, que la fabrication des papiers peints prit en Angleterre une plus grande extension, et c'est à Chelsea que Georges et Frédérick Echardt imprimèrent, en 1780, des papiers peints, en même temps que des tissus de soie ou de toile. Les mêmes planches gravées servaient aux deux industries : les moyens d'appliquer les couleurs d'impression à la main, étaient alors, comme aujourd'hui, à peu près les mêmes, et ce n'est en effet que dans la composition des couleurs et dans le mode de leur fixation que réside la différence qui existe entre les deux fabrications.

Ces premiers produits très-imparfaits étaient déjà, à cette époque, d'un prix modique, puisque d'après un auteur français, dont parle notre savant économiste M. Wolowski, dans son rapport sur l'Exposition universelle de 1851, les tentures en papier ne servaient qu'à décorer la demeure des petits artisans et des boutiques, et celle des habitants des campagnes. C'était déjà un bon résultat que de rendre plus propres, plus gaies les habitations de la classe la moins aisée, qui ne pouvait acheter les riches tentures décorant les somptueuses demeures des financiers ou des grands seigneurs. Aujourd'hui encore le papier peint continue son œuvre ; il se met à la portée de toutes les bourses, et il s'offre, dans le commerce, au prix de 10 à 15 centimes, comme à celui de 10 francs le rouleau. C'est aussi vers la fin du dernier siècle que la France s'empara de cette nouvelle industrie, mais les premiers essais qui furent tentés alors, étaient encore plus imparfaits que ceux de nos voisins. C'est ainsi que, au lieu de planches gravées qu'il suffisait d'imprégner de couleurs et de porter sur le papier en leur imprimant une pression suffisante pour que celui-ci reçût l'empreinte coloriée du dessin, on se servait primitivement de cartons découpés qu'on plaçait sur le papier, et dans les vides desquels on pinceautait les couleurs, comme je le vis faire encore en Bohême il y a une quinzaine d'années, pour la décoration des murs des appartements.

C'est en l'année 1780 qu'*Arthur* et *Robert* fondèrent le premier établissement industriel qui fut créé à Paris, à l'instar de ceux qui existaient en Angleterre.

Réveillon vint ensuite et apporta de notables améliorations à cette fabrication ; son nom est resté célèbre, surtout à cause du pillage de ses ateliers, qui eut lieu en 1789.

Legrand fut le troisième fabricant de papiers peints qui s'établit à Paris, et depuis lors cette industrie prit un plus grand essor, et elle est devenue aujourd'hui une des plus importantes de la France.

Ce n'était cependant pas à Paris qu'elle dut tout d'abord prendre le plus d'extension et que les innovations les plus utiles se réalisèrent. Il semblerait en effet que l'industrie des toiles peintes, qui avait son berceau en Alsace et dont l'importance avait grandi en raison des besoins créés par l'isolement de la France en Europe à cette époque, devait attirer dans ce pays des grandes découvertes et des recherches utiles, une industrie qui avait tant de rapports communs avec elle. La fabrication des papiers peints fut, en effet, introduite à Mulhouse, en 1790, par M. Jean Zuber, et c'est à lui que l'on doit les plus importantes inventions qui la transformèrent complétement. C'est en effet ce grand industriel qui fabriqua et employa le premier les papiers sans fin ; on lui doit aussi l'emploi du jaune de chrome, dont j'ai déjà parlé à propos de la fabrication des toiles peintes, celui du vert de Schweinfürt, du bleu minéral et du bleu d'outre-mer ; on lui doit encore l'impression au moyen des cylindres en cuivre, gravés en creux, employés dans la fabrication des indiennes, ainsi que l'appareil à faire les rayures, qui est employé aujourd'hui dans plusieurs fabriques. J'ai vu fonctionner cet appareil chez MM. Gillou fils et Thorailler, et le résultat en est des plus satisfaisants. Il consiste en un réservoir divisé en autant de compartiments qu'on veut produire de bandes ; chacun d'eux a la largeur de la bande que l'on veut imprimer, la couleur se communique au papier au moyen d'un rouleau placé au dessous des ouvertures inférieures du réservoir et sous lequel passe le papier à imprimer ; on déroule ce dernier à la surface d'une table qui a la longueur d'un rouleau (8 mètres), et on l'arrête à chaque reprise d'un nouveau rouleau ; on enlève ce papier imprimé et on le suspend, pour le sécher, à des baguettes disposées *ad hoc*.

Ce système, comme je l'ai fait remarquer à M. Thorailler, l'emporte, il est vrai, de beaucoup sur la fabrication à la main : plus de défauts dans le parallélisme des bandes, plus de ces solutions de continuité dues à un mauvais raccord des planches d'impression. Mais on devrait compléter ces progrès en appliquant au même système d'impression un séchoir mécanique : on éviterait ainsi une perte considérable de temps et de matières premières. On est, en effet, forcé de s'arrêter à chaque bout de rouleau, c'est-à-dire chaque fois que le papier arrive, en se déroulant, au bout de la table de l'imprimeur, ce qui produit quelques imperfections de travail qui obligent le colleur à couper le bout de chaque rouleau. De plus, l'enfant chargé d'enlever la feuille imprimée, ne peut faire cette opération avec la même rapidité qu'un moteur mécanique.

C'est aussi à la même époque que M. Jean Zuber importa de Vienne le procédé des teintes fondues que l'on doit à Michel Sporlin, et qui fut adopté en même temps, comme je l'ai dit dans mon précédent article, pour l'impression des toiles peintes : c'est donc à cet homme remarquable et à son fils que l'industrie des papiers peints est redevable de quelques-unes de ses plus belles découvertes et de ses applications les plus heureuses.

Il comprit aussi quel rapport intime devait exister entre son industrie et l'art de la peinture, et ce dernier devint son plus puissant auxiliaire ; ce fut ce même peintre Malaine, dont j'ai déjà parlé au sujet des tissus imprimés, qui composa pour son établissement ces belles tentures à fleurs qu'il sut si fidèlement reproduire.

Au moment même où Mulhouse voyait ainsi une industrie nouvelle se joindre à celle qui était déjà à cette époque la base de sa fortune commerciale, Josué Dufour vint à Mâcon et y établit une fabrique de papiers peints, qui devait lutter avec celle de M. Zuber pour les travaux d'art. Il devint en effet son émule, et il exécuta en même temps que lui ces grands décors à paysage, qui occupent un espace de plus de 15 mètres et qui nécessitent souvent l'emploi de plusieurs milliers de planches. C'est M. Dufour qui exécuta le premier paysage en grisaille, et M. Zuber le premier en coloris.

M. Délicourt, qui exposa à l'Exposition universelle de 1851 *la chasse dans la forêt*, fut peut-être supérieur, au point de vue de l'art, à tous ses devanciers, et il sut, comme le dit si bien M. Wolowski, prouver que l'industrie du papier peint peut s'élever aux plus beaux effets de l'art, et qu'elle a conquis définitivement son rang parmi les plus splendides productions approuvées par le goût. Il paraît que ce seul décor demanda pour son exécution plus de 4000 planches gravées, et coûta plus de 40,000 francs de mise en train.

Avant de continuer mon analyse historique de la fabrication, je mentionnerai le procédé du *velouté*, dont la France et l'Angleterre se disputent l'invention.

M. Crace l'attribue à Jérôme Lanyer, qui obtint en 1634, sous le règne de Charles Ier, une patente à ce sujet, pour exercer son industrie à Londres; mais d'après Savary (*Dictionnaire du Commerce*), il semblerait que c'est à des ouvriers français, attirés par l'appât du gain, que l'on doit en Angleterre la connaissance de la fabrication des papiers soufflés ou veloutés. Il en attribue la découverte au sieur Lefrançois, qui était établi à Rouen en l'année 1620, et qui déjà à cette époque exportait une grande quantité de ses produits. Son fils lui succéda, et pendant plus de trente ans fit prospérer son établissement.

Auber, graveur sur bois à Paris, fabriqua plus tard des veloutés à plusieurs couleurs sur toile, au lieu de les faire sur papier, et il imitait ainsi les plus beaux dessins de Damas. Il est évident que c'est à peu près à la même époque que cette industrie fut exploitée en France et en Angleterre, et quoi qu'il en

soit de cette priorité, c'est à la concurrence qui s'éleva ainsi entre les fabricants des deux pays que l'on doit les perfectionnements apportés dans ce genre de fabrication.

L'impression du velouté consiste à imprimer un vernis qui soit assez adhérent au papier, pour que la tontisse de drap dont on le saupoudre soit retenue avec force et puisse faire corps avec le papier lui-même. On produit ainsi des effets fort riches que l'on peut rehausser encore par des impressions d'or ou de couleurs.

Je reviendrai sur ce sujet quand je donnerai, sur cette fabrication intéressante, quelques détails qui me semblent nécessaires à l'examen que je ferai des produits exposés.

Pendant que cette belle industrie s'élevait rapidement à la hauteur d'un art véritable, sous l'impulsion que lui donnèrent les Zuber, les Dufour, les Délicourt, et plus tard MM. Mader, Genoux, Marguerie Lapeyre, Riottot, Magnier, Clerc et Margeridon, Gillou et Thorailler, etc., nos voisins les Anglais marchaient dans une voie différente, et avec ce sentiment de la grande industrie qui distingue leur génie éminemment pratique, ils cherchèrent à produire beaucoup, rapidement et à bon marché. Ce triple problème qu'ils avaient résolu avant nous pour l'impression des tissus, ils furent aussi les premiers à le résoudre dans l'industrie des papiers peints.

C'est à Manchester que l'on vit s'élever la première fabrique, où la main de l'homme fut remplacée par le travail mécanique, et cette grande ville industrielle fit bientôt une redoutable concurrence à Londres : l'on y voit aujourd'hui plusieurs établissements, dont tous les produits sont obtenus mécaniquement au moyen de machines à imprimer à 8, 10, 12, 15 et 20 couleurs. Les frères Potter emploient une quinzaine de ces machines, et produisent près de 30,000 rouleaux par jour. C'est le créateur de cette maison, M. Potter, ancien imprimeur d'indiennes, qui eut l'idée d'appliquer le même système à l'impression sur papier : c'est donc à lui que revient l'honneur de cette introduction, qui date de 1840 à peu près; en 1849, une douzaine de machines à 6 et 8 couleurs fonctionnaient déjà depuis un certain nombre d'années en Angleterre.

M. Heywood, de Manchester, imprime aussi des dessins à 20 couleurs et à la machine, et MM. Vylie et Lochead de Glasgow ont créé récemment un établissement, dans lequel ils ont réalisé les mêmes progrès de rapidité et de bon marché que leurs concurrents. Nous voyons donc les fabriques des autres provinces de l'Angleterre suivre l'exemple qui leur était donné par celles de Manchester et partout, excepté à Londres, où l'on produit encore beaucoup de papiers imprimés à la main, la machine à plusieurs couleurs, y a remplacé le travail de l'homme.

Mais tout en accordant aux fabricants anglais l'immense mérite d'avoir inventé la machine actuelle à 20 couleurs, n'oublions pas que l'origine de cette invention, ou plutôt son véritable point de départ, est la petite machine française à imprimer à une et deux couleurs, de Bissonnet. Elle se manœuvre à la main, et depuis 1838, époque à laquelle ce fabricant la construisit, elle a rendu d'immenses services à notre industrie.

Isidore Leroy continua à construire et à employer des machines d'après le système de Bissonnet, et ce n'est que depuis quelques années qu'elles sont forcées de céder le pas devant les machines anglaises. Cependant on les emploie encore dans quelques établissements, et j'en ai vu fonctionner dans la grande fabrique de MM. Gillou et Thorailler, pour la fabrication des petits genres simples.

Ainsi, pour me résumer, c'est au français *Bissonnet* que l'on doit la petite

machine à imprimer à une ou deux couleurs; à M. Potter l'application de la machine à imprimer les indiennes, et au constructeur James Houtson et Ce, de Manchester, l'établissement des premières machines à imprimer en relief, à 8, 10, ou 20 couleurs.

Cette dernière maison a liquidé en 1852, et c'est chez les constructeurs Gadd et Hill que l'on trouve aujourd'hui les meilleures machines anglaises à plusieurs couleurs.

C'est M. Jean Zuber qui employa le premier, en France, ces machines à mouvement continu, et qui leur assigna la place qu'elles devaient occuper désormais dans notre industrie. Il ne leur fit cependant pas le sacrifice de l'impression à la planche qui sera toujours nécessaire à la reproduction des grands dessins et aux travaux vraiment artistiques. Nos grands industriels ne peuvent, en effet, abandonner cette belle fabrication des grands sujets, qu'ils ont toujours traitée avec un goût et une perfection qui leur ont assuré une véritable supériorité à toutes les Expositions qui ont eu lieu jusqu'à ce jour. Il ne faut cependant pas que l'exclamation que firent entendre les Anglais, en voyant les produits de M. Zuber à l'Exposition de Londres « *You beat us completely*, » aveugle nos fabricants sur les progrès réalisés, depuis cette époque, par leurs concurrents de Londres : ce n'est qu'en redoublant d'efforts, en ne négligeant rien de ce qui peut donner ce reflet artistique qu'on recherche dans leurs produits, et en conservant les principes de goût qui ont fait leur succès, qu'ils se maintiendront au rang qu'ils occupent. L'Exposition anglaise, au Palais du Champ de Mars, dénote un progrès sensible dans la fabrication de nos voisins, et quoique inférieurs à nos fabricants, ils ne sont plus aussi complétement battus par eux qu'ils le disaient autrefois.

Depuis que M. J. Zuber eut introduit la machine à plusieurs couleurs à Mulhouse, d'autres fabricants l'employèrent également, et MM. Gillou et Thorailler furent les premiers, à Paris, qui la firent fonctionner dans leur bel établissement du passage Vaucanson. D'autres suivirent leur exemple, et aujourd'hui la fabrication parisienne peut lutter avec avantage avec celle d'Angleterre, sur son propre terrain. J'ai vu fonctionner plusieurs machines à 20 couleurs, dans l'établissement de MM. Gillou et Thorailler, qui ont même augmenté de 4 le nombre de ces couleurs; les appareils à foncer, à sécher, à lustrer y sont tous mus mécaniquement, et nos fabriques de France n'ont plus rien à envier à celles d'Angleterre pour la rapidité de l'exécution et le bas prix de la marchandise.

D'autres grandes villes de France ont aussi leurs fabriques de papiers peints. C'est ainsi que Metz, Strasbourg, Épinal, Lyon, Caen, etc., ont vu à leur tour s'élever dans leur murs de grands établissements, qui sont habilement dirigés dans la voie du progrès.

Après la France et l'Angleterre, ce fut l'Allemagne qui commença la fabrication des papiers peints; puis vinrent la Hollande et la Belgique, qui suivirent son exemple. Vienne en Autriche et Varsovie eurent à leur tour des établissements semblables, qui furent créés avec des éléments tirés de la maison de J. Zuber, de Mulhouse.

Giroud de Vilette établit une fabrique de papiers peints à Madrid, et elle appartient aujourd'hui à M. Santiago Ballesteros, son élève, dont j'examinerai les produits à l'Exposition.

La Russie vit à la même époque un grand établissement impérial s'élever à Tzarskoe Selo, et plus tard, vers l'année 1840, les frères Gaetchy, de Mulhouse, erçèrent une belle fabrique de papiers peints à Saint-Pétersbourg, et établirent un dépôt de leurs produits à Moscou.

L'Amérique n'a pas voulu rester complétement tributaire de l'Europe pour ce genre de produits, et depuis quelques années surtout, les fabriques de papiers peints s'y sont multipliées; mais tout s'y fait mécaniquement, et l'impression, de même que le fonçage et le satinage, se fait à la vapeur. Les produits ont surtout l'avantage du bon marché, mais sont inférieurs sous le rapport du goût et de la bonne facture, aux produits similaires des fabriques européennes.

Je vais, après ce court aperçu historique de la fabrication des papiers peints, essayer de donner au lecteur quelques explications pratiques qui lui permettront de suivre les opérations auxquelles elle donne lieu, et de connaître les outils et les machines dont elle nécessite l'emploi.

Fabrication.

La fabrication des papiers peints se compose de plusieurs opérations, qui sont le *fonçage*, le *satinage* et l'*impression* proprement dite.

Le *fonçage* consiste à donner au papier un *fond* de couleur à l'eau, qui sert de base aux applications subséquentes; ces couleurs sont composées de matières terreuses, telles que la craie, le blanc de Bougival, etc., auxquelles on mêle les différentes matières colorantes nécessaires, et de la colle de Flandre, qui sert à les fixer sur le papier. On les applique sur le papier déployé sur une longue table, au moyen de deux brosses ovales à longs poils, que l'ouvrier *fonçeur* manie avec rapidité. Deux enfants achèvent son travail en passant légèrement de grandes brosses longues sur les places qu'il a encollées, afin de rendre la couche de couleur bien uniforme.

Les pièces sont ensuite placées sur des baguettes rondes que l'on enlève au moyen du *ferlet*, pour les faire glisser sur des liteaux qui sont placés parallèlement l'un à l'autre, et séparés l'un de l'autre par une distance plus grande que la largeur du papier. Ces liteaux sont éloignés d'un décimètre environ du plafond auquel ils sont fixés, et leur nombre peut être augmenté selon la grandeur de l'étendoir. Quand les pièces sont sèches, on les enroule pour les porter à l'atelier des satineurs et des imprimeurs.

Cette opération de fonçage se fait plus rapidement et plus régulièrement au moyen de la machine à foncer mue par la vapeur, qui est employée dans la plupart de nos grands établissements.

Cette machine consiste en un baquet plein de couleur et muni d'un rouleau fournisseur, contre lequel passe le papier à mesure qu'il se déroule; une série de brosses rondes, mues mécaniquement avec une assez grande rapidité, rendent la couche de couleur bien uniforme, et le papier, après avoir passé entre ces brosses et le cylindre au-dessus desquels elles sont disposées, est enlevé par un autre appareil appelé *plieuse mécanique*, au moyen duquel il est saisi régulièrement et placé sur les baguettes de l'étendoir. Cet étendoir est lui-même mobile et d'une simplicité de construction très-grande; ce sont les Américains qui l'ont inventé. Il consiste en un système de baguettes supportées par des cordes mobiles, qui sont mises mécaniquement le long des liteaux de l'étendoir. Ces liteaux sont disposés en long, et si l'étendoir est trop petit pour que le papier sèche en parcourant sa longueur, on fait revenir les cordes vers leur point de départ, au moyen d'une courbe que suivent les liteaux eux-mêmes. La figure suivante rendra plus facile à comprendre l'explication que je viens de donner.

ABCD est le système de cordes sans fin mû mécaniquement, au moyen des roulettes PPPP, etc.; les baguettes *aa'*, *bb'*, *cc'*, *dd'*, etc., auxquelles est sus-

pendu le papier, viennent, par un mouvement mécanique, se placer sur les cordes qui les entraînent dans leur mouvement jusqu'en xx'. Arrivé là, le papier s'enroule de lui-même autour d'un cylindre en bois, et à mesure que les rouleaux sont formés, on les porte dans les ateliers de l'imprimerie ou du satinage.

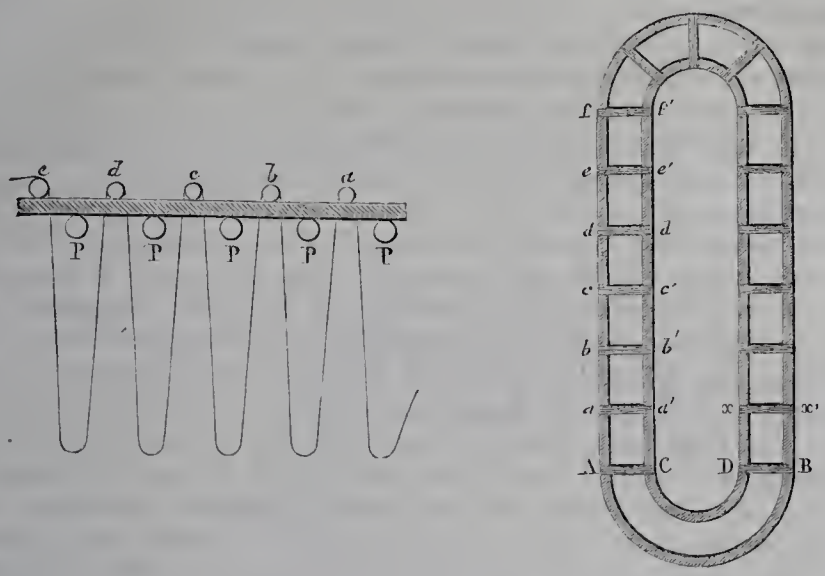


Fig. 1.

Le satinage ou lustrage se fait à la main ou mécaniquement. Dans le premier cas, il s'obtient en plaçant le rouleau de papier *foncé* sur une table, dont le dessus est un plateau de poirier de 80 centimètres de longueur, sur 75 de largeur. Une planche de sapin des Vosges est fixée, par l'une de ses extrémités, au plafond, et est terminée à l'autre extrémité par une tige de bois de 2 mètres de long sur 5 à 6 centimètres de diamètre, au bout de laquelle on fixe un petit cylindre en cuivre, qui roule sur deux pivots. Ce cylindre a 13 centimètres de long et près de 3 centimètres de diamètre, et porte le nom de *lisse*. Il est mû par l'ouvrier lisseur à la main, et la traverse en sapin, faisant levier sur la tige de la lisse, force le rouleau à appuyer fortement sur le papier. Celui-ci est placé à l'envers, c'est-à-dire que la couleur est en contact avec la table, quand on ne veut pas satiner le papier, mais seulement l'unir. Quand le papier doit être satiné, on le place à l'endroit et on le saupoudre de talc, au moment où la lisse est mue à sa surface.

On emploie maintenant le satinage mécanique, dans lequel le petit rouleau de cuivre est mû par un mouvement horizontal de va-et-vient, qui lui est communiqué au moyen d'une bielle placée horizontalement au bout de la table. Le papier se déroule, passe sous la lisse au moyen de rouleaux d'appel et à mesure que le lissage ou le lustrage se fait, le papier continue son chemin et s'enroule de lui-même autour d'un cylindre en bois placé de l'autre côté de la table. C'est au moyen d'un appareil semblable que l'on brunit l'or d'impression, dont j'aurai à parler dans le paragraphe suivant.

L'impression des couleurs sur papier se fait à la main, ou à la machine. Dans le premier cas, on se sert comme pour les impressions des tissus, de planches en bois gravées en relief, et dont le nombre est égal à celui des couleurs qui entrent dans la composition du dessin que l'on veut reproduire. On imbibe un châssis de drap de la couleur que l'on imprime ; ce châssis repose dans un ba-

quet qui contient la fausse couleur ou simplement de l'eau, et qui est recouvert à la surface d'un premier châssis de toile cirée, sur lequel repose celui de drap. Le *tireur* imbibe ce dernier de couleur, au moyen d'un rouleau en bois qu'il fait mouvoir à sa surface. L'imprimeur pose sa planche sur le châssis, puis il l'applique sur le papier qui est placé sur une table épaisse en bois de hêtre ou de chêne, et recouverte d'un drap; la couleur de la planche se communique au papier au moyen d'une pression qu'il lui fait subir à l'aide d'un fort levier, qui s'abaisse au-dessus d'elle et à l'extrémité duquel s'asseoit un instant le tireur. Cette opération se renouvelle à chaque coup de planche et pour chaque couleur. On peut appliquer à ces châssis les mêmes systèmes d'appareils pour fondus, d'appareils à compartiments, que pour les châssis d'imprimeur sur étoffes, et produire ainsi des effets multiples et variés qu'il serait trop long de définir.

L'impression de la couleur pour les impressions métalliques, se fait de même, mais la couleur dont on se sert est composée d'une manière particulière. C'est un vernis siccatif à l'huile de lin que l'on imprime et que l'on saupoudre de poudre d'or. Cette poudre se fixe seulement sur les parties imprimées, et se détache facilement de celles qui ne le sont pas. Quand on veut faire des impressions plus fines, plus belles, on se sert d'or en feuilles que l'on place à la surface imprimée, et on détache les parties qui n'ont pas d'adhérence au papier, au moyen d'un linge fin ou d'un peu de coton. Il faut ensuite brûler ce linge ou ce coton pour en retirer l'or qui y est resté attaché. On opère de la même manière quand on veut produire des impressions en argent ou en bronze, et on se sert des poudres ou des feuilles de ces métaux. L'impression par la poudre n'a pas d'éclat métallique et on est forcé de faire passer les papiers à l'appareil à brunir ou à satiner dont j'ai parlé plus haut, pour leur donner le brillant nécessaire.

Avant d'imprimer le vernis qui sert à fixer les poudres métalliques, il faut d'abord, avec la même planche, imprimer à la même place une couleur à la colle de Flandre qui servira de fond à la couleur fixante et l'empêchera de s'étendre sur le papier par l'effet de la spongiosité de ce dernier.

Quand on fabrique du papier tontisse ou velouté, on imprime un mordant composé d'huile de lin rendue siccative par la litharge et broyée avec du blanc de céruse. Quand l'ouvrier a imprimé une certaine quantité de mètres de papier, son tireur les fait passer dans un tambour muni d'un couvercle, les saupoudre de tontisse de laine blanche ou colorée, selon les besoins de la fabrication; il abaisse le couvercle, puis avec deux baguettes longues il frappe le fond du tambour qui est en face; la tontisse s'élève en poussière fine, qui en retombant sur la pièce se fixe sur les parties imprimées avec le mordant siccatif, celui-ci s'en sature et la retient avec force à la surface du papier, de même qu'il retient la poudre d'or pendant l'opération de la dorure.

Quand on fabrique du velouté de couleur, on mêle à l'encaustique ou vernis d'impression, une matière colorante appropriée à la couleur de la tontisse que l'on veut y fixer. On se sert généralement, à cet effet, des produits dérivés de l'aniline qui sont facilement solubles dans l'alcool, et que l'on peut alors mêler aux différents vernis. Il est facile de comprendre qu'au moyen de cette précaution, les défauts de ce genre d'impressions, qui proviennent ordinairement d'une absence de tontisse, par place, et qui consistent en un vide blanc qui se laisse apercevoir au milieu d'un fond de tontisse colorée, seront moins visibles quand la place restée sans tontisse sera de la même couleur que cette dernière. Cette amélioration est due à MM. Marguerite et Genou à qui ont succédé MM. Balin frères.

Machines à imprimer. — L'impression à la main qui est indispensable à l'exé-

cution des grands dessins qui nécessitent souvent des centaines de planches pour leur reproduction, doit être abandonnée entièrement pour tous les articles courants et être remplacée par l'impression mécanique à mouvement continu.

Dans ce dernier genre d'impression, les planches, au lieu d'être plates sont cylindriques ; elles sont gravées de la même manière, en relief, et la couleur d'impression y est apportée par un moyen analogue. N'ayant pu me procurer un dessin qui représentât exactement cette machine, je vais, de mémoire, donner un tracé qui suffira, je l'espère, à en faire comprendre la marche :

A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, représentent les 10 rouleaux gravés disposés de chaque côté d'un grand cylindre VV′ sur lequel passe le papier à imprimer, et qui sert comme de table à imprimer ; *a a′*, *bb′*, *cc′*, *dd′*, *ee′*, *ff′*, *gg′*, *hh′*, *ii′*, *jj′*, sont des petits rouleaux en bois autour de chacun desquels passe un drap sans

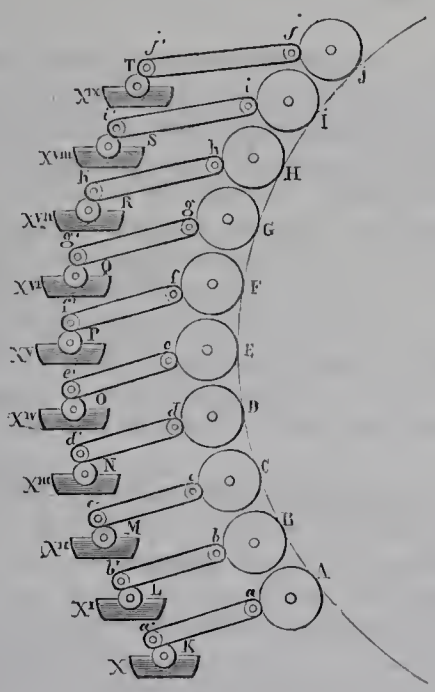


Fig. 2.

fin qui remplace le châssis de l'imprimeur. Ce drap vient s'imbiber de couleur aux rouleaux fournisseurs K, L, M, N, O, P, Q, R. S, T, qui plongent dans les couleurs diverses contenues dans les bassines X, X^1, X^2, X^3, X^4, X^5, X^6, X^7, X^8, X^9. Cette disposition se répète de l'autre côté du cylindre-table, et au moyen de procédés de répèrage qui sont fixés à l'extrémité de chaque cylindre, et d'un mécanisme qui permet de remonter ou de redescendre ces cylindres, on parvient facilement à opérer le raccord complet des différentes parties du dessin. La pièce de papier, en se déroulant passe entre les rouleaux gravés et le cylindre qui sert de table, puis elle est pliée mécaniquement et portée sur les baguettes du séchoir automobile dont j'ai parlé précédemment.

Telle est, à peu près la disposition de cette machine, au moyen de laquelle on peut imprimer 20 couleurs à la fois. Il en existe d'autres à un plus grand nombre de couleurs encore, mais le principe en étant le même, je n'en parlerai pas davantage, car je sortirais du cadre de mon travail si j'entrais dans plus de détails au sujet de la fabrication proprement dite.

Ce que je viens d'en dire suffira, du reste, pour indiquer ce qui est relatif aux

innovations les plus récentes, et il ne me reste plus qu'à ajouter quelques mots pour expliquer comment on compose les couleurs d'impression, après quoi, j'examinerai les produits principaux qui sont exposés au palais du Champ de Mars, en donnant à ce sujet tous les détails qui ont rapport à l'importance de certains établissements de premier ordre.

Composition des couleurs. La plupart des couleurs d'impression et surtout celles des fonds sont couvrantes et composées d'eau épaissie avec de la colle de Flandre ou colle de peau, dans laquelle on a incorporé les différentes matières colorantes minérales ou végétales qui sont employées dans cette industrie.

Le blanc de céruse, le blanc de plomb, et le blanc de Bougival qui porte aussi les noms de blanc d'Espagne et de blanc de Meudon, sont avec le blanc de craie les matières les plus employées pour faire les couleurs blanches couvrantes, et pour composer les couleurs claires provenant de la dégradation des teintes foncées.

Les couleurs jaunes sont tantôt minérales, tantôt végétales. Les premières sont : le jaune de chrome ou chromate de plomb et l'orange de chrome ou sous-chromate de plomb ; la terre de Sienne ; l'ocre de rue qui est une marne colorée par des oxydes minéraux. Les secondes sont les laques de gaude, de bois de Cuba et de graines d'Avignon ou de Perse. On les obtient par la précipitation de la matière colorante de ces différents végétaux au moyen de l'alumine en gelée. C'est ce même procédé qui fut appliqué plus tard à la fabrication des couleurs d'application sur tissus de laine. Les couleurs rouges sont fournies par les laques de cochenille, de garance, de bois de Brésil ou de Fernambouc. Les bleus se forment avec le bleu de Prusse, le carmin d'indigo, les cendres bleues et certaines compositions de cuivre. Le bleu d'outremer est aussi employé pour les bleus vifs et il se mélange bien avec les blancs de zinc pour former des couleurs couvrantes.

Les verts se forment généralement avec le vert de Schweinfürt ou de Vienne, le vert de Scheele ainsi qu'avec des laques jaunes combinées avec les couleurs bleues. Les premiers sont rejetés aujourd'hui, avec raison, à cause de leurs propriétés toxiques et ils sont remplacés par le vert de chrome découvert par Pannetier et dont le procédé de fabrication a été trouvé récemment par MM. Guignet et Salvetat; c'est à M. Scheurer-Kestner de Thann que M. Guignet abandonne la fabrication industrielle de ce vert qui est un hydrate spécial de sesquioxyde de chrome.

Les violets se formaient autrefois au moyen d'un mélange de rouge et de bleu, ou avec la couleur produite par un mélange de mordant d'alumine et de la matière colorante du bois de campêche. Les noirs et les gris sont formés par le noir d'ivoire, employé seul pour les premiers, et mélangés avec du blanc de Bougival pour les seconds. Les bruns sont produits au moyen de la *terre d'ombre* qu'on mélange avec du blanc ou du noir selon que l'on désire éclaircir ou foncer la couleur.

Les couleurs composées qu'on appelle couleurs de fantaisie, sont le résultat du mélange des couleurs primitives, fait dans des proportions que l'on peut varier à l'infini, selon les nuances que l'on veut obtenir.

La découverte des couleurs provenant de l'aniline et de ses congénères, a exercé une influence très-grande sur la fabrication des papiers peints, et grâce aux magnifiques nuances produites par la fuchsine, le violet d'aniline, le bleu d'aniline, les violets de rosaniline, le jaune et le vert d'aniline, les fabricants de papiers peints peuvent reproduire les fleurs les plus éclatantes avec la plus grande vérité de tons.

Tout ce que j'ai dit de ces belles productions de la science moderne dans mon

étude précédente sur la fabrication des toiles peintes trouve aussi sa place ici. J'ajouterai seulement que, généralement, ces couleurs se préparent pour l'impression des papiers peints à l'état de laques fournies par le tannin et la matière colorante primitive.

L'affinité de ces nouvelles matières colorantes pour l'aniline a aussi été utilisée pour former des couleurs en poudre, en colorant cette dernière substance pour les besoins de l'industrie.

Produits exposés

FRANCE

Fabrique de M. J. Zuber a Rixheim.

Rixheim. Je crois devoir rendre hommage au créateur de cette belle industrie en France, et à ceux qui, en lui succédant, ont su continuer si vaillamment son œuvre, en commençant ma revue par l'examen des magnifiques productions qui sortent du grand établissement créé par M. J. Zuber et que son petit-fils dirige si habilement aujourd'hui.

M. Jean Zuber a monté en France, en l'année 1849, la première machine de construction anglaise à 6 couleurs, mue par la vapeur, et pouvant produire journellement jusqu'à 1200 rouleaux de papier par jour.

C'est aussi lui qui a introduit la première machine à foncer anglaise, et il a travaillé constamment à perfectionner ce genre de fabrication, sans cependant lui donner trop de développement, le principal article de sa maison devant rester l'article fin.

Comme nous le verrons plus loin, c'est le contraire de ce qui arrive à Paris où l'article à la machine est devenu l'objet d'une fabrication extrêmement importante.

C'est cependant l'établissement de M. Zuber qui est resté le plus complet et qui, quoique le plus ancien de France, a toujours marché avec le progrès et a continué de réunir dans un ensemble parfait tous les moyens les plus variés de production. C'est ainsi que l'on peut voir fonctionner chez lui, les appareils pour faire les rayures dont j'ai parlé précédemment, et les machines pour produire, au moyen de cylindres, les papiers imitant les *cuirs repoussés*.

On y fait les impressions dites en *taille-douce*, au moyen de rouleaux en cuivre gravés en creux. Ce genre d'impressions à la machine est tout à fait identique avec celui des imprimeurs au rouleau sur tissus, et il reste d'un emploi très-important dans l'établissement de M. Zuber.

Il applique ce procédé, notamment pour ce qu'on appelle des jeux de fonds ou soubassements, ainsi que pour la reproduction de dessins plus compliqués imitant les eaux-fortes, et pour l'article écossais, par-dessus des rayures déjà imprimées soit à la main soit à la machine.

Les imitations de bois sont obtenues au moyen de l'empreinte des veines naturelles du bois, et la fabrication des papiers veloutés ou dorés, dits *frappés*, se fait au moyen de balanciers mus mécaniquement.

La fabrication mécanique est donc montée dans ce vaste établissement d'après le système anglais tel que je l'ai décrit, mais avec toutes les modifications que les nécessités de la production ont rendues nécessaires.

Les impressions à la main peuvent aussi y être exécutées par un grand nombre d'imprimeurs, et plus de 80 tables peuvent y être occupées.

La fabrique possède tout le matériel de machines et d'outils, nécessaire au fonçage, au lissage, à la dorure et à la fabrication des veloutés, et elle contient aussi des ateliers complets de gravure, de menuiserie, de serrurerie et de forge; des machines à vapeur; on y fabrique le gaz d'éclairage, et on y prépare un grand nombre de couleurs d'impression, non-seulement pour les besoins de l'établissement, mais aussi pour la consommation étrangère.

Telles sont à peu près les ressources qui doivent être réunies dans ce bel établissement, pour qu'on puisse y fabriquer tous les genres connus; trois cents ouvriers y sont constamment occupés, et à l'instar de tous nos grands industriels d'Alsace, M. Zuber a créé une école où les enfants trouvent l'instruction nécessaire au développement de leur intelligence. Les soins du médecin attaché à l'établissement sont prodigués gratuitement à l'ouvrier ainsi que les remèdes parfois coûteux que fournit la pharmacie de la fabrique.

M. Zuber a créé une caisse de retraite pour ses anciens ouvriers; elle est dotée d'un capital fourni par la maison, et de revenus provenant d'un prélèvement sur les *bénéfices* de sa fabrique.

Il y a ajouté aussi une caisse de malades et une caisse d'épargne.

Après l'énumération de toutes ces belles et nobles institutions, qui ne sont heureusement pas des faits isolés dans notre beau pays, si peu connu de ses propres enfants et si souvent calomnié par eux, il ne me reste qu'à dire que je suis heureux d'avoir pu en parler au moment même où tous les autres peuples sont venus nous étudier de près, et où ils apprendront peut-être à nous accorder d'autres vertus plus solides et plus généreuses que cette simple urbanité de manières qu'ils aiment en nous, mais à laquelle ils reprochent parfois de cacher notre légèreté.

Nous affirmons au contraire chaque jour, par des faits nombreux et qu'il ne nous appartient pas de constater ici, que nous comprenons aussi bien que les peuples les plus pratiques et les plus libéraux la solidarité qui lie les classes de la société, et que notre générosité naturelle se complaît à la recherche de tout ce qui peut les unir plus fortement entre elles. Les crises commerciales si formidables qui ont ébranlé l'industrie de toute l'Europe pendant la guerre d'Amérique, ont été comme la pierre de touche de cette grande et nouvelle vertu des peuples; nous les avons supportées vaillamment, et nos grands industriels ont fait de nobles sacrifices pour soutenir pendant les années difficiles ceux qui les avaient aidés à conquérir leur fortune.

Ils sont sortis victorieux de l'épreuve et ils ont prouvé que le mot de Fraternité n'était pas toujours une vaine parole dans notre pays.

Que cette digression, provoquée par les détails de l'organisation que je viens de décrire et qui est commune à la plupart de nos grands établissements industriels d'Alsace, me soit pardonnée, en faveur du motif qui l'a fait naître, par le lecteur, avec lequel je vais rentrer dans la question industrielle qui est le but de mon étude.

L'objet principal et le plus saillant de l'exposition de M. Zuber est son grand panneau à paysage, qui n'est pas inférieur à son grand décor à paysage et fleurs en colorié et à teintes fondues, représentant la Flore des quatre parties du monde que son père exposa à Londres.

L'exécution de ce nouveau panneau est d'une grande perfection : il représente une vallée des Vosges dans laquelle un violent orage a éclaté. Un troupeau de vaches s'est réfugié auprès d'un groupe de sapins courbés par le vent; le fond gris de la vallée est rendu par l'impression avec beaucoup de talent; les montagnes assombries par l'orage et qui s'élèvent au-dessus des nuages sont d'un bel effet; les vaches du premier plan sont bien dessinées et leurs mouvements

indiquent bien l'effet de la peur qu'elles éprouvent. L'industrie poussée à ce degré de perfection s'élève à la hauteur d'un art véritable. L'encadrement, de couleur bois sur bois, est d'un effet sobre, bien calculé pour faire ressortir la vigueur et l'harmonie des tons du sujet principal.

J'ai aussi admiré un autre décor avec encadrement de guirlandes de fleurs et de panneaux de bois.

Un grand vase rempli de fleurs, dessinées avec un talent digne de nos meilleurs maîtres, se détache sur le fond, et ressort encore par le contraste qu'il offre avec les deux médaillons, couleur pierre, qui représentent une femme accroupie et ayant auprès d'elle un enfant.

Il y a encore des papiers veloutés rouge, avec impression d'or, qui sont d'un bel effet ; quelques belles imitations de Perse ; d'autres imitations de dessins cachemire que l'on croirait plutôt sorties des ateliers de M. Steinbach Koechlin que d'une fabrique de papiers peints.

On peut encore voir un autre décor à fond gris violacé, sur lequel ressortent des effets de couleur bois, rehaussés de fleurettes d'or ; des colonnes en imitation de chêne rehaussées de filets rouges et or y produisent un effet très-harmonieux.

La fabrication des papiers gaufrés au cylindre, et les impressions mécaniques à bon marché y sont aussi très-largement représentées, et cette dernière partie de l'exposition de M. Zuber prouve que ce grand fabricant peut satisfaire à toutes les exigences du commerce et a su donner à son établissement l'outillage mécanique le plus complet.

Paris. — Maison Gillou fils et Thorailler. *Passage Vaucanson.*

Cette maison fut fondée en 1814 par M. Gillou père, simple ouvrier en papiers peints, qui la céda en 1834 à son fils.

Celui-ci la dirigea depuis cette époque en collaboration avec M. Thorailler père, jusqu'en 1854, puis avec M. Thorailler fils, son associé depuis douze ans. C'est sans contredit le plus bel établissement de Paris et le plus complet, surtout pour la fabrication des papiers à la mécanique. J'ai pu en parcourir tous les ateliers, grâce à l'obligeance des propriétaires qui me guidèrent eux-mêmes partout, en me faisant examiner leur fabrication dans tous ses détails.

Le chiffre de leurs affaires était, en 1834, de 100,000 fr. par an ; il est aujourd'hui vingt fois plus considérable, et il entre à peu près pour un huitième dans la production générale de la France.

75 pour 100 de ce chiffre appartiennent à la fabrication mécanique et les 25 pour 100 restants à la fabrication à la planche.

On peut décomposer ces chiffres de la manière suivante :

Ventes opérées à Paris		250,000 fr.
id.	en province	650,000
id.	deux Amériques	1,100,000
id.	Iles Britanniques	
id.	Pays-Bas	
id.	Russie	
id.	Scandinavie	
id.	Empire Ottoman	
id.	Allemagne	
id.	Italie	
id.	Espagne et Portugal	
	Total	2,000,000 fr.

Les Iles Britanniques entrent dans cette somme pour près de 400,000 fr., et cet

énoncé suffit pour prouver la supériorité de la fabrication de MM. Gillou et Thorailler, sur celle des fabricants anglais. Les dessins sont de meilleur goût, les nuances plus harmonieusement combinées, et c'est pourquoi la vente des papiers anglais qui semblait prendre d'assez grandes proportions sur le marché de Paris, s'est en réalité bornée à peu de chose, et n'atteint que les proportions nécessaires à l'entretien d'une émulation loyale. C'est surtout à l'emploi des moteurs à vapeur et des machines à plusieurs couleurs que ces fabricants doivent d'avoir pu lutter avec leurs concurrents anglais, sur leur propre terrain.

En effet, c'est en 1859 que les premières machines de ce genre furent montées par MM. Gillou et Thorailler, qui purent dès lors imprimer mécaniquement 20 et 22 couleurs à la fois, et, par conséquent, offrir aux acheteurs français et étrangers des articles coloriés qu'on ne trouvait auparavant qu'en Angleterre.

Ils furent recompensés de leurs efforts : leur chiffre d'affaires doubla en quelques années, et leurs produits furent recherchés dans toutes les parties du monde pour leur bonne et solide fabrication, la modicité de leur prix et le goût de leurs dessins.

Ils ont compris, comme M. Zuber, que leur industrie avait besoin du secours d'un art véritable pour se soutenir à la hauteur que les premiers fabricants de papiers peints lui avaient déjà fait atteindre ; ils s'adressèrent à d'éminents artistes pour la composition de leurs dessins, et il suffit de nommer MM. Müller, Dumont, Poterlet, Thioust, etc., pour être convaincu de la supériorité de leurs compositions. C'est en effet aux dessinateurs français que bien des industries doivent une partie de leur succès, et les fabricants étrangers ont compris l'avantage qu'ils auraient à former des artistes capables de lutter avec eux. Ils ont attiré chez eux quelques-uns de nos artistes, ils ont même formé de nombreuses écoles de dessin d'où sortent chaque année d'excellents élèves. Leurs efforts, pour ne plus être tributaires de la France pour les objets dont la fabrication relève de l'art du dessinateur, de l'artiste, sont incessants et ne se lassent jamais ; l'Angleterre surtout marche dans cette voie d'un pas résolu, et nous devons de notre côté ne rien négliger, pour conserver notre vieille réputation de bon goût et d'élégance qui donne à nos produits manufacturés ce cachet particulier qui plaît et qui s'impose à tous.

L'exemple donné à Paris par MM. Gillou fils et Thorailler ne fut pas d'abord suivi. Leurs confrères voulurent, avant de marcher dans la même voie, être certains de la réussite du nouveau système de fabrication, et aujourd'hui encore, à part quelques essais tentés par un très-petit nombre d'industriels, la fabrication des papiers peints au-dessus de 6 couleurs ne s'est guère faite mécaniquement que dans leurs ateliers.

Le matériel industriel qu'ils exploitent est considérable et se compose comme il suit :

1 machine à imprimer à 14 cylindres.
3 » » 8 »
4 » » 4 »
6 » à foncer.
14 » à accrocher.
3 » à satiner.
1 » à vapeur de 20 chevaux.
1 » » 10 chevaux.
2 générateurs de vapeur de 18 chevaux.
80 tables à imprimer à la planche.
6 machines à imprimer à la main.
6 » de 2 à 3 couleurs.

Paris. — Imprimerie de P.-A. BOURDIER et Cᵉ, rue des Poitevins, 6.

Le nombre de contre-maîtres est de 5 ;

Celui des satineurs à la main s'élève encore à 20 et celui des fonceurs à la machine à 6.

La consommation annuelle des matières premières se décompose de la manière suivante :

Papier blanc et bis.....	600,000 fr.
Drogues et couleurs.....	200,000
Main-d'œuvre.....	300,000
La collection coûte chaque année.....	100,000

Dans les drogues et couleurs, la consommation du blanc de Bougival entre pour 250,000 kilog. par an; celle du blanc fixe pour plus de 100,000, et celle des colles animales est de plus de 1,500 kilog. par jour.

Il n'est pas employé d'autres colles, et c'est à cet usage qu'est due en partie la meilleure qualité des produits de MM. Gillou fils et Thorailler, comparativement aux produits étrangers qui sont presque tous fabriqués avec des colles végétales, telles que l'amidon grillé, la fécule, l'amidon ou la gomme, et qui, au lieu d'être séchés lentement dans des étendoirs chauffés modérément, sont séchés rapidement sur des plaques chauffées à la vapeur ou dans des étuves.

Le système anglais ou américain a l'avantage de produire avec plus de rapidité et de coûter moins cher, mais il offre plusieurs inconvénients parmi lesquels je citerai les plus graves : le fabricant est obligé d'employer des papiers plus minces et des couleurs très-liquides ; puis, quand il s'agit de coller ce papier sur les murs d'un appartement, l'amidon ou la gomme qui a servi à fixer la couleur d'impression se détrempe, et en absorbant l'humidité de la colle d'amidon qu'emploie l'ouvrier, empêche cette colle d'adhérer au papier et rend le travail du colleur très-difficile.

Le système adopté par nos premiers fabricants français, en général, et par MM. Gillou et Thorailler en particulier, est d'un prix de revient plus élevé il est vrai, mais le résultat est supérieur à tous égards; les couleurs sont plus vives, plus résistantes, elles ont plus de relief et donnent plus de corps au papier, et par suite, résistent davantage à l'action destructive que produit sur lui le travail de l'ouvrier colleur.

L'établissement peut produire 15,000 rouleaux par jour, d'une valeur de 10,000 fr. environ.

Je n'ai pas craint d'entrer dans tous ces détails pour donner au lecteur une idée juste de l'importance de cette belle fabrication qui s'est élevée en France à une perfection qui n'a été égalée nulle part. L'Exposition de cette année prouvera, une fois de plus, que nos fabricants ne sont pas restés au-dessous de leur ancienne réputation, et qu'ils ont su même accepter la lutte sur le terrain du bon marché et de la grande production. Les Anglais et les Américains nous dépassent encore sous ce rapport, et nous avons encore quelques efforts à faire pour arriver aux mêmes chiffres qu'eux. Mais il ne faut pas surtout que ce soit aux dépens de la bonne facture, de la beauté et du bon goût des produits que ce progrès se réalise.

L'exposition de MM. Gillou et Thorailler est très-variée. Les dessins à la machine dominent dans leurs impressions, et l'on voit que c'est pour la grande consommation que ces fabricants travaillent.

Leur fabrication est très-belle et supérieure surtout comme solidité et sous le rapport du goût à celle des fabricants des autres pays.

Ils ont aussi fabriqué deux grands décors, l'un à la main, l'autre à la machine à rouleaux.

Le premier représente un grand vase à fleurs, qui est d'un beau dessin et d'une exécution très-harmonieuse.

Le second est composé de papiers imprimés à la machine, et qui sont combinés de telle sorte qu'ils forment un grand ensemble. Les fleurs de l'encadrement sont à 22 couleurs et leur impression est fort nette. Il y a là un progrès réel. En résumé, l'exposition de ces fabricants dénote une grande habileté et le sentiment de la grande fabrication. Elle a un cachet différent de celui des autres fabriques, et elle les place au premier rang dans la classe française.

Paris. — Fabrique de M. Bezault, *successeur de* M. Poly.

L'exposition de ce fabricant est composée de fort beaux décors à panneaux gris avec encadrement d'or. Leurs bouquets de fleurs se détachant sur un fond vert sont d'un bel effet, et la fabrication en est très-soignée. Les dessins en sont artistiques et dénotent un véritable talent chez le compositeur.

Il y a aussi dans cette collection de jolis papiers fantaisie : imitation de cuirs, chinoiseries, beaux veloutés vert foncé, solférino, avec impressions en or.

Paris. — Fabrique de M. Seegers.

Belles impressions à la main.

Papiers peints pour tenture de luxe : beaux panneaux à fond violet d'aniline, avec encadrement riche en impressions d'or.

Papier imitation de cuirs.

Papier imprimé en or repoussé.

Ces impressions sont belles et très-soignées.

Paris. — Fabrique de M. Hook (maison Délicourt).

Cette maison a exposé des décors fort beaux, et si elle a renoncé à la fabrication trop coûteuse de certains sujets, tels que *la Chasse*, exposée à Londres en 1851 par M. Délicourt, elle n'en est pas moins restée à la hauteur de la grande fabrication artistique, qui fait sa réputation.

Le décor qui représente un grand vase rempli de roses en boutons et de roses épanouies, est d'une belle exécution et composé avec un goût parfait.

Les papiers de tenture, dessins à fleurs, sont d'une belle fabrication ; les impressions en or repoussé, en velours unis et frappés, sont exécutées avec une grande perfection.

Les papiers ordinaires sont aussi très-bien fabriqués, et quoique d'un prix modique, les dessins en sont jolis et de bon goût.

Paris. — Balin, frères.

Cette exposition est remarquable par ses genres spéciaux.

Papiers : imitation de cuirs repoussés et or repoussé ; les nuances du cuir sont rehaussées de touches de couleur, qui sont aussi imprimées et mises en relief par un procédé particulier ; ces papiers imitent les cartons-pierre, les cuirs, et servent aux décors pour murailles et plafonds.

Leurs boiseries sont aussi fort belles.

Paris. — Vandendorpel.

Papiers dorés, argentés, pour bordure ; coins, cadres et ornements.

Cette exposition est spéciale, et j'ai surtout remarqué une jolie bordure de grappes de raisin, en argent frappé et repoussé, qui est bien dessinée.

L'espace me manque pour rendre compte de l'exposition de tous les autres fabricants français, et je ne ferai que les nommer, en indiquant les genres de fabrication exécutés dans leurs ateliers :

Leroy. — Papiers peints imprimés à la machine, au rouleau.

Fontaine. — Papiers peints imprimés à la main et à la mécanique.

Josse. — Très-beaux papiers veloutés, dorés ; impressions en frappé et en chromo-lithographie ; ce dernier genre n'appartient pas à la fabrication des papiers peints proprement dite.

Flaunet. — Papiers peints, imitation de bois.

Follot et Paupette. — Papiers peints, à panneaux de drap plein, velouté de soie et de reps ; papiers de tenture variés.

Carpentier. — Papiers imprimés à la machine, sur satin ; imitation de dessins en creux.

Duluat (maison Barbedienne). Panneaux pour décorations d'appartements.

Marsoulan. — Papiers veloutés et dorés, papiers de genres variés.

Riottot et Pacon. — Papiers pour décors et tenture.

Turquetil et Malzard. — Papiers pour panneaux.

Je mentionnerai aussi les modèles de panneaux pour décorer les appartements, de MM. Benoît et Cauchy ; les fonds photographiques, les peintures grisaille et coloriées de MM. Daniel, Dubreuil ; les devants de cheminée en lithographie de M. Gaudefroy.

Je terminerai cet examen de la fabrication française en disant qu'elle occupe en ce moment plus de quatre mille ouvriers, que le chiffre de sa production annuelle est de plus de vingt millions.

Le nombre de tables employées à Paris seulement est de 700 ; ce qui indique une diminution de plus de 200 tables sur l'année 1851 ; mais, par contre, le nombre des machines à imprimer s'est élevé à 100, dans ces quatre dernières années, de 20 qu'il était en 1863.

C'est là un résultat immense, et les craintes que pouvait inspirer le nouveau traité de commerce se sont rapidement dissipées, à la vue de l'accroissement de la fabrication et de l'exportation de nos produits, et du peu d'importance que l'on doit attribuer à l'importation des papiers étrangers ; cette importation est presque tout entière anglaise et elle ne dépasse pas, depuis quelques années, la valeur de 500.000 fr. par an.

Cette augmentation de notre production est due surtout à l'initiative de nos grands industriels qui, en adoptant la machine anglaise et en changeant leur outillage, ont pu lutter de rapidité et de bon marché avec leurs concurrents, tout en conservant une certaine supériorité due à la meilleure qualité de leur marchandise et au goût qui préside à leur exécution.

Pays étrangers.

ANGLETERRE.

R. Horne. — *Londres.* Spécialité de papiers peints en style pompéien.

Le décor, qui est à l'Exposition, est très-riche et bien exécuté. Les couleurs en sont harmonieuses et ne pèchent pas par un excès de vivacité. Le rouge sombre, couleur garance, est très-beau, et la nuance en est très-unie. Les papiers imprimés à la main dénotent un grand progrès dans ces genres de fabrication, et méritent d'être mentionnés comme des spécimens d'une exécution supérieure.

Woollams et Ce. — Papiers pour grands panneaux ; le dessin du fond est de fabrication courante ; il est composé d'une impression de petites rosaces noires sur un fond vert, relevé par une impression en or, et la colonne d'encadre-

ment est formée de consoles d'or sur fond violet. L'exécution est bonne, mais la composition n'a rien de remarquable.

Marsden. — Les papiers marbres de cette maison sont très-beaux et d'une grande variété. Cette fabrication est restée la spécialité de M. Marsden, qui y excelle, et elle est digne d'être remarquée par le public.

John Land. — Beau panneau bleu de ciel avec impressions en or et velouté ; dessin d'arabesques, or et bois; les fleurs violettes, à pistils d'or, sont d'un joli effet.

Scott, Cuthbert son et Cᵉ. — Spécimen de papiers de tenture, peints en relief. Décors à l'italienne, dessinés et coloriés par Rodgers, de Sheffield. Ce genre de fabrication appartient plutôt à la décoration pour ameublement qu'à l'industrie des papiers peints proprement dite, et je ne puis que le mentionner ici comme une application particulière du papier peint.

Jeffrey et Cᵉ, de Londres, ont exposé un beau décor, fond bleu de ciel, avec des impressions en or et quelques beaux spécimens de papiers veloutés.

Woollams, H. W. et Cᵉ, de Londres, ont aussi exposé des décors imprimés à la main, qui sont d'une bonne fabrication.

Potter, C. et J. G., à Over Darwen Selgrave Mills, dans le Lancashire, ont envoyé à l'Exposition de nombreux spécimens de leur fabrication à la mécanique; leurs dessins sont variés et d'une fort belle exécution; l'impression à quinze et vingt couleurs en est aussi nette que possible, et ils ont réalisé dans ce genre de fabrication des progrès très-considérables. J'ai remarqué entre autres, un petit dessin, sujet de chasse, d'une exécution fort délicate et bien réussie. La gravure de ces planches en relief est très-soignée.

Heywold Higginbottom Smith et Cᵉ, à Manchester. — Papiers de tenture imprimés à la mécanique, d'une belle fabrication. Les dessins de fleurs et de fantaisie sont nombreux et imprimés avec soin. Ces papiers sont importés en France et peuvent faire concurrence à nos papiers mécaniques. Les couleurs ne sont peut-être pas assez harmonieuses dans certains dessins, mais l'ensemble de cette exposition est très-satisfaisant.

Snape et Cᵉ, à Darwen, Livesey Fold, Lancashire, et William Cooke, à Leeds, ont exposé de fort jolis papiers de tenture, imprimés à la mécanique.

L'examen de cette exposition me permet de constater un progrès réel, réalisé dans l'industrie des papiers peints par les fabricants anglais, non-seulement pour la production à bon marché, à la mécanique, dans laquelle ils sont passés maîtres, mais aussi dans la fabrication des genres riches, imprimés à la planche. Leurs dessins dénotent un goût meilleur, plus raffiné, et s'ils n'étaient à cet égard encore tributaires de nos artistes français, nous aurions lieu de nous étonner davantage de la supériorité réelle qu'ils ont montrée dans la composition de leurs dessins pour décors. Ainsi que je l'ai déjà dit, de nombreuses écoles de dessin industriel, où des élèves empressés viennent se former le goût et apprendre l'art du dessin approprié aux différentes industries, se sont élevées en Angleterre depuis quelque temps. Il en sort chaque année des artistes véritables, qui n'ont besoin que de venir de temps à autre retremper leur talent dans l'atmosphère parisienne, pour acquérir ce qui pourrait leur manquer encore sous le rapport du goût et de le grâce, et surtout pour renouveler leurs idées. C'est à la perfection du dessin, à l'élégance de l'ornementation et à l harmonie des couleurs que la fabrication française doit une grande partie de ses succès, et c'est là que l'on doit chercher la cause de son incontestable prééminence; mais, comme je viens de le dire, nos concurrents *apprennent* à leur tour et, tout en reconnaissant noblement leur infériorité pour les œuvres industrielles qui touchent au domaine de l'art, ils font des efforts constants pour

atteindre cette perfection. Les rapprochements que provoquent les Expositions universelles joints à ceux que produit et multiplie chaque jour davantage la rapidité des voyages, donneront bientôt aux industriels de tous pays cette atmosphère indispensable au développement de certaines industries, dont parle notre savant professeur, M. Wolowski, quand il cite dans son rapport sur l'Exposition de Londres, 1851, ces ouvriers français employés dans une des grandes verreries de Birmingham : « Quand nous étions en France, lui disaient-ils, il nous venait toujours de nouvelles idées ; ici, nous exploitons un fonds qui s'épuise, et il faut que nous retournions travailler quelque temps en France pour continuer à être aussi bons ouvriers que par le passé. »

Ce n'est pas là un simple hommage rendu à la patrie absente : je l'ai éprouvé moi-même pendant mon séjour en Allemagne et en Russie, où j'ai toujours eu recours à nos dessinateurs français pour les dessins dont j'avais besoin dans les fabriques de tissus imprimés que je dirigeais dans ces pays; mais le temps change les positions internationales dans l'industrie comme en politique, et je le répète, il est si facile et si peu coûteux de venir à Paris, de n'importe quelle contrée d'Europe ou d'Amérique, que nos fabricants doivent continuer les efforts qu'ils ont faits, récemment encore, pour conserver la position qu'ils ont acquise. Les *idées*, comme disait l'ouvrier verrier que j'ai cité, leur viennent en abondance ; il est inutile qu'ils se déplacent pour en avoir; les succès passés, et je puis le dire sans attendre le jugement du jury, les succès présents les obligent à marcher en avant, et à ne pas s'arrêter dans la voie qu'ils suivent si vaillamment.

ESPAGNE.

Madrid. — Fabrique de M. Santiago Ballesteros.

Cette fabrique, créée en 1830, comme je l'ai mentionné dans mon historique des papiers peints, par un Français, M. Giroud de Vilette, est devenue la propriété d'un ancien employé de la maison, M. Santiago Ballesteros, qui a su réunir dans l'établissement actuel tout ce qui constitue l'ensemble d'une grande fabrication, et continuer ainsi les errements de la fabrique française.

Il emploie environ 150 ouvriers ;
Il occupe — 36 tables d'imprimeurs;
— — 4 machines à 3 couleurs ;
— — 2 machines à foncer.

Il est, comme presque tous les fabricants des pays étrangers, forcé de s'adresser à nos dessinateurs français, et c'est à M. Muller, artiste véritable, que j'ai déjà eu l'occasion de nommer, et dont le talent est apprécié dans plusieurs industries diverses, qu'il s'adresse quand il veut avoir des fleurs naturelles ou de splendides compositions d'après nature. M. Wagner, autre artiste de goût, lui dessine ses décors, et c'est un dessinateur, attaché à sa maison, qui lui compose d'autres dessins appropriés au goût et aux besoins du pays. On peut dire de cette fabrication que, quoique espagnole, elle est comme un reflet de la fabrication française ; mais le mérite de la direction n'en est pas moins grand, et M. Ballesteros a le talent d'un fabricant véritable, connaissant toutes les ressources nouvelles qu'offrent à cette industrie les découvertes les plus récentes. La fabrique française a trouvé en lui un concurrent habile et redoutable sur le marché espagnol.

L'objet principal de son exposition est un décor de paysage : il représente une rivière, ou plutôt un lac au milieu de montagnes.

Les tons en sont fins et purs, le coloris en est un peu de convention ; mais le

travail manuel industriel en est très-bien exécuté. Les tons de la montagne et de la vallée sont bien fondus, et l'effet de lumière dans les eaux du lac bien rendu. Dans le panneau de droite, la couleur des eaux en deçà du pont n'est peut-être pas assez vigoureuse, et les ombres portées des rochers sont trop peu accusées. Ce ne sont pas là des défauts industriels, et je ne les mentionne que pour prouver toute l'attention que mérite l'exposition espagnole de M. Ballesteros.

Ses papiers de vente courante, à la machine, ses veloutés, ses glacés et ses papiers avec impressions d'or sont fort jolis et d'une fabrication bien comprise. Ses imitations de bois de différentes essences sont bien réussies ; elles font ressortir le joli décor à côté duquel elles sont placées, et qui est d'un très-bon goût. L'impression du milieu du panneau en couleur, sans sujet, est très-unie, et la guirlande de roses qui l'encadre est bien exécutée.

En somme, l'exposition de ce fabricant mérite d'être examinée avec attention, et elle dénote une grande habileté dans la direction qu'il a su imprimer à ses travaux. Ses produits sont variés, et quand il aura complété son outillage par l'achat d'une machine à repousser l'or, d'une machine à gaufrer, pour les imitations de cuir, il pourra fabriquer tous les genres de papiers peints qu'on trouve aujourd'hui sur les marchés d'Europe.

Ses impressions à la machine ne sont qu'à trois couleurs, et quelques machines de six à vingt couleurs lui sont encore nécessaires pour fabriquer les genres riches à la mécanique.

RUSSIE ET POLOGNE.

Saint-Pétersbourg. — Compagnie Camusé. M. Othon Eisenberg, directeur de cet établissement, a exposé des papiers imprimés à la main seulement, d'une exécution assez facile. Les dessins sont variés et les couleurs sont bien imprimées.

Les prix des papiers avec dessins à plusieurs couleurs varient de (le rouleau). . . . . 75 c. à 12 fr.
Celui des papiers marbrés est de. 3,60
Celui des papiers chinés 2,40
Et celui des veloutés. . . . . 9,00 à 10

Il se fait dans ce bel établissement, qui ne date que de 1842, 400,000 rouleaux par an, ce qui constitue un chiffre de 360 à 400,000 francs d'affaires. Le nombre d'ouvriers y est de 150 environ.

Varsovie. — Vetter et Ce. Fabrication de papiers de tenture à la planche. Les dessins sont bien exécutés, et d'une assez grande variété.

Cet établissement fut fondé en 1830 et occupe seulement 60 ouvriers.

Le prix des papiers qui y sont fabriqués varie de 1 fr. à 8 fr. le rouleau ; et le nombre des rouleaux imprimés s'élève à 75,000 par an.

Helsingfors en Finlande. — Rieks. Ce fabricant a exposé des papiers imprimés à la planche, de deux à trois couleurs, du prix de 60 c. à 2 fr. le rouleau.

Cet établissement, qui date de l'année 1858, emploie 85 ouvriers et produit 235,000 rouleaux de papiers peints par an. La fabrication en est ordinaire, quoique les prix soient, comme dans les autres fabriques de l'empire russe, assez élevés, surtout quand on les compare aux prix des papiers français ou anglais.

PAYS-BAS ET BELGIQUE.

Maëstricht. — J. H. Rutten. Très-jolis papiers peints, imprimés à la main, d'une fabrication très-soignée. Ses couleurs sont d'une grande fraîcheur, et les

impressions en double nuance camaïeux, avec impressions en or, sont bien exécutées. J'ai remarqué de jolis panneaux de fort bon goût.

Louvain. — Everaerts. Exposition de papiers imprimés à la main, d'une bonne exécution.

AUTRICHE, PRUSSE ET LES DIFFÉRENTS PAYS DE L'ALLEMAGNE.

C. Herting. — *Einbeck.* Cette exposition est surtout remarquable par ses impressions métalliques sur fonds veloutés. Les dessins à fleurs imitant le damas sont à douze couleurs, et d'une grande pureté d'exécution.

MM. Charles-Théodore Lenz, à Berlin ; Charles Rischbieter, à Dessau, et Tuckermann et Richter, à Rosslau, ont exposé des stores imprimés, d'une exécution ordinaire.

M. Haenle, de Munich, a exposé une grande variété de papiers dorés, argentés, gaufrés et unis, d'une belle fabrication : quelques papiers pour bordure et ornements complètent cette collection.

Cet établissement, qui existe depuis 25 ans seulement, occupe 300 ouvriers et un moteur à vapeur de la force de 20 chevaux. Ses produits sont expédiés dans tous les pays, et il a des succursales à Paris et à Londres.

MM. Spœrlin et Zimmermann, de Vienne (Autriche), ont envoyé de jolis papiers peints pour tentures et des papiers imprimés à la machine, pour cartonnages. C'est le même genre d'impression que pour les indiennes, et il s'exécute au moyen de rouleaux gravés en creux. On en fabrique aussi au moyen de l'impression lithographique.

MM. Knepper de Vienne, Sieburger, de Prague, ont envoyé quelques spécimens de papiers pour tenture ; les papiers peints de fantaisie, chagrinés et maroquinés, de la maison Knepper, sont d'une bonne exécution.

Les cartes géographiques sur papier pour tentures, du chev. A. de Skrzeszewski, sont excellentes pour décorer les salles d'études ou les corridors des lycées et des maisons d'éducation.

ITALIE, GRÈCE, SUÈDE, NORVÉGE.

La fabrication de papiers peints de ces différents pays n'a que peu de représentants à l'Exposition, et je ne puis que citer ici le *plafond* de M. Papadoupolo de Zante ; les papiers peints avec bordures imprimées à la planche, de M. Kaberg, de Stockolm ; les papiers peints de M. Frolich, de Christiania, qui sont bien imprimés.

Les papiers de tenture de M. Roessinger, à Naples, sont tous imprimés à la main. Les dessins de fleurs de fantaisie imprimés en veloutés : brun sur fond gris de perle, vert foncé sur vert d'Isly, pourpre sur fond blanc, brun sur fond chamois, sont bien exécutés, et les couleurs sont harmonieuses et bien assorties. On peut remarquer aussi à cet étalage des impressions or sur fond gris d'un joli effet.

En somme, la fabrication de M. Roessinger est élégante et de bon goût.

Il ne me reste plus qu'à parler des produits américains ; mais ils sont également en si petite quantité que je n'aurai qu'à nommer quelques fabricants, tels que MM. Bigelow, de Boston ; Graves, de New-York, Christy, Constant et Company, à New-York et Howell *frères*, de Philadelphie, qui ont envoyé des spécimens de leur fabrication.

Il eût été intéressant de pouvoir constater d'une manière certaine, quelle a été la marche de cette fabrication dans ce grand pays, mais ce que l'Exposition

offre aux regards de celui qui vient y chercher un enseignement, ne peut que lui donner une idée peu exacte de l'importance de cette industrie en Amérique.

Ma tâche est terminée, et après un examen consciencieux des produits de chaque pays, j'ai pu constater les progrès réalisés généralement dans les impressions mécaniques. Les couleurs sont plus nettes, plus pures, et c'est surtout dans la fabrication des papiers français et anglais que ces améliorations sont sensibles.

J'ai remarqué, à côté de ce progrès, une espèce de temps d'arrêt dans la fabrication des grands décors. Cela tient à une diminution dans la demande, et il est évident qu'aujourd'hui surtout, un fabricant, forcé de produire de grandes quantités de marchandises à des prix modiques, ne peut se résoudre à faire les frais d'établissement et de fabrication de ces grandes productions industrielles qui sont restées la spécialité de quelques-unes de nos plus importantes maisons, les seules qui en aient le placement assuré. La fabrique française a compris cette tendance nouvelle du goût et les besoins qu'elle a créés; elle a su prendre une place importante dans le genre des impressions à la machine, elle y a porté la sûreté de goût si nécessaire à cette industrie, et lui a enlevé ce cachet de banalité qui en faisait le défaut principal.

Si ses prix de vente sont encore un peu supérieurs à ceux de nos voisins d'outre-mer, cela tient surtout à une fabrication plus soignée, moins précipitée, et qui offre plus de garanties à l'acheteur. Le choix des matières premières contribue pour une grande part à la beauté des résultats, et nos fabricants l'ont compris en y apportant tous leurs soins.

Les papiers, les couleurs, la gélatine, les bleus d'outre-mer, les verts de chrome (de Guignet), sont des productions de nos manufactures, et même les poudres métalliques qui nous venaient autrefois d'Allemagne sont aujourd'hui de provenance française. Il en est de même des machines de toute espèce et des nombreux outils employés dans la fabrication des papiers peints; nous nous suffisons à nous-mêmes, tandis que tous nos concurrents étrangers ont encore recours au talent de nos artistes pour la composition de la plupart de leurs dessins d'impression.

Je crois donc pouvoir dire ici, tout en reconnaissant les progrès réels que les fabricants étrangers ont réalisés dans ce genre de productions, que l'industrie française s'est maintenue au premier rang, et que, tout en empruntant à ses voisins des innovations utiles, elle a conservé son cachet particulier d'élégance et de bon goût, et ne s'est pas départie des principes de fabrication solide, qui doivent toujours diriger un fabricant consciencieux. L'importance que cette industrie a toujours eue en France s'est encore accrue depuis quelque temps, et, comme je l'ai dit en parlant des établissements de Paris, le chiffre de sa production annuelle a doublé pendant les cinq dernières années, et s'est élevé à plus de 20 millions de francs. Près de cinq mille ouvriers sont employés par 150 chefs d'établissements environ, et l'intérêt que chacun de nous éprouve au succès de leur industrie s'accroît encore quand nous réfléchissons que tant d'existences en dépendent.

Je m'arrête à ces considérations générales, avec le désir de n'avoir pas terminé cette étude sans quelque profit pour le lecteur qui a cherché à se rendre compte avec moi des progrès qui ont été réalisés dans cette belle fabrication des papiers de tenture.

Dr KÆPPELIN,
Chimiste Manufacturier.

LA SUCRERIE

INDIGÈNE, ÉTRANGÈRE ET EXOTIQUE

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

PAR **M. N. BASSET.**

I

Parler du sucre et de sa production, examiner les procédés chimiques et les appareils mécaniques dont on fait usage pour son extraction, c'est presque toucher à la plupart des grandes questions de technologie qui intéressent aujourd'hui les sociétés humaines. Les sciences naturelles, la physique et la chimie, l'art agricole dans la plupart de ses branches, la mécanique, l'art de la construction, la science commerciale et la législation, l'alimentation publique et l'hygiène même, apportent à la sucrerie un concours actif et, sans les connaissances générales qui en dépendent, sans la notion précise d'une foule de faits particuliers qui s'y rattachent, il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, de bien apprécier les questions sucrières.

Or, je n'ai pas la moindre prétention au rôle d'encyclopédiste et je sais combien de choses me manquent pour atteindre la perfection et faire de la sucrerie une étude aussi complète ; je me rends un compte exact des difficultés qui m'attendent, et j'éprouve, au début de ce travail, un premier besoin, celui de solliciter l'indulgence bienveillante à laquelle le public m'a accoutumé depuis quinze ans. Je n'ai pas considéré cet accueil sympathique comme une preuve de mérite personnel, mais plutôt comme une expression de la tendance générale qui dirige l'homme vers la vérité, quelle qu'en soit la formule ; et j'ai toujours attribué la confiance de mes lecteurs à la sincérité avec laquelle j'ai recherché le vrai, dans tous les sujets que j'ai entrepris de traiter.

On ne devra donc pas attendre de moi, dans cette étude de la sucrerie, ni la vaste érudition que je regrette de ne pas posséder, ni les qualités brillantes d'un style agréable, et je ne m'engage absolument à rien qu'à dire sur les choses et les hommes ce que ma conscience et une expérience déjà longue me feront regarder comme vrai en théorie et judicieux en pratique.

Cela posé comme point de départ et sans autre préambule, j'entre aussitôt dans la question des sucres, si importante à tous égards.

Dans une circonstance aussi solennelle que celle d'une exposition des produits de l'industrie du monde entier, on s'attend logiquement à voir se dérouler l'ensemble des progrès accomplis par chacune des industries humaines, on cherche où se trouvent l'amélioration, le perfectionnement.

C'est, en effet, la constatation et la récompense du *mieux obtenu* qui est le but des expositions modernes et elles ne sont autre chose que les fêtes de l'émulation,

que la stimulation vers le bien en tout genre, que l'invitation du monde à marcher en avant vers la perfection.

Y a-t-il amélioration constatable dans l'industrie sucrière? Si cette amélioration existe, s'il y a eu progrès, où se trouve ce progrès? Est-ce dans la production agricole, dans les méthodes chimiques, dans les procédés usiniers, dans la construction de l'outillage, dans la diminution du prix de revient et du prix de vente à la consommation, en même temps que dans l'amélioration de la qualité des produits? Quelle est la part de l'ancien monde ou du monde nouveau dans les progrès réalisés? Quelle est la part de chacun des peuples producteurs et, parmi ces peuples, quelles sont les individualités qui ont le plus mérité de l'industrie sucrière?

Tel est l'ensemble des questions que je me propose de traiter succinctement, mais aussi complétement que je le pourrai dans une série d'articles spéciaux; cependant je dois, avant tout, appeler l'attention du lecteur sur ce fait capital qu'il n'y a pas de progrès industriel possible sans la solution de cette difficulté éternelle, toute d'actualité de nos jours : produire le meilleur et le plus beau, avec le plus d'économie, et livrer à la consommation au meilleur marché. C'est là, malgré tous les dires contraires, la seule formule que l'on doive prendre pour guide.

Notions historiques. — Pour bien étudier un objet donné dans ce qu'il est, il importe de savoir ce qu'il a été, afin de pouvoir comparer le passé avec le présent : de cette comparaison bien faite dépendent le plus ordinairement nos connaissances les plus précises. Or, l'histoire du sucre est tellement liée à celle de l'industrie générale, d'une part, et de la politique des nations actuelles, de l'autre, qu'il est presque impossible d'en tracer ici même un résumé et que je dois me contenter d'un simple aperçu.

La *canne à sucre* paraît avoir été connue de toute antiquité dans la Chine et les Indes, mais il ne nous est parvenu aucune donnée sur le traitement que les anciens faisaient subir au jus de la précieuse plante. Il semble cependant que l'art d'extraire le sucre n'était pas inconnu à des époques fort reculées, car, si Théophraste, Lucain, Sénèque et Varron nous parlent du *miel doux et sucré* produit par les *roseaux indiens*, les expressions de Dioscoride, de Pline, de Paul d'Égine et de Galien ne peuvent nous laisser le moindre doute sur l'extraction du principe cristallisable, car ils mentionnent très-nettement l'existence d'un *sel indien, blanc, sucré, cassant sous la dent, extrait des roseaux*, et il est impossible de méconnaître dans ces termes les caractères extérieurs du sucre prismatique cristallisé.

Ce sucre, ou sel indien, était réservé aux usages médicinaux chez les Grecs et chez les Romains, qui ne nous ont rien transmis sur les modes de préparation usités dans l'Inde.

De l'Asie méridionale, la canne à sucre se propagea dans l'Arabie, la Syrie, l'Égypte et le reste de l'Afrique. Pline nous apprend que les îles Fortunées (Canaries) produisaient du sucre de son temps, ce qui devance beaucoup l'époque à laquelle Henri de Portugal aurait introduit la canne à Madère (1420). Quoiqu'il en soit, ce fut aux Maures que la Sicile et l'Espagne durent l'introduction de la canne, et la culture de cette plante était florissante dans la première de ces contrées dès 1150. La canne à sucre disparut de la Sicile et de la péninsule hispanique à partir de l'expulsion des Arabes, en sorte que, de nos jours, la plante saccharifère par excellence a cessé d'être cultivée en Europe.

Il parait certain que la canne à sucre existait en Amérique avant l'expédition de Christophe Colomb; mais le navigateur génois n'y transporta pas moins la plante à sucre; les Espagnols introduisirent dans le Nouveau-Monde l'art d'en extraire le produit cristallin et, dès 1506, la sucrerie était en pleine activité à

Saint-Domingue. La culture de la canne s'étendit de proche en proche et, dans la deuxième moitié du dix-septième siècle (1643 à 1700), les colonies de l'Amérique se trouvèrent en état de fournir à leurs métropoles des quantités considérables d'un produit qui, jusqu'alors, n'était pas entré dans l'alimentation. Le sucre de canne commença dès lors à remplacer le miel dans la plupart de ses applications à l'économie domestique et, depuis, la culture de la canne s'est étendue dans tous les pays tropicaux où l'agriculture industrielle a pu pénétrer.

L'histoire de la *betterave*, considérée comme plante sucrière, ne date que de 1747, époque à laquelle le chimiste prussien Margraff isola le premier le sucre prismatique de cette racine. Malgré l'intelligence avec laquelle il avait prévu l'avenir de sa découverte, l'application industrielle ne paraissait pas devoir prospérer de sitôt, en présence du bas prix des produits de la canne, dont le sucre ne valait pas alors plus de 0,90 à 1 fr. le kilogramme en France, et aussi en raison des difficultés inhérentes à toute innovation.

La découverte de Margraff restait oubliée depuis 25 ans, lorsqu'un jeune chimiste de Berlin, Achard, entreprit de nouvelles expériences sur le sucre de betterave, expériences encouragées par le grand Frédéric. La mort du roi, son bienfaiteur (1786), suspendit pendant quelque temps les recherches d'Achard ; mais, en 1795, il les reprit avec une nouvelle ardeur, enthousiasmé par les résultats agricoles, industriels et économiques qu'il entrevoyait ; il n'hésita pas à appliquer en grand ses essais dans son domaine de Kunern, en basse Silésie, domaine qu'il tenait de la munificence royale.

Ses efforts furent couronnés de succès et, en 1799, il présentait au roi du sucre en pain, semblable aux plus belles sortes de sucre exotique. Une commission reconnut la possibilité industrielle de fabriquer en grand le nouveau sucre à des conditions avantageuses. La moscouade de betterave ne devait revenir qu'à 0,65 le kilogramme, et même, selon les espérances de l'auteur, à un prix moitié moindre, par le perfectionnement du travail et la vente des résidus.

Une lettre d'Achard, de cette même année 1799 (an VIII), fit connaître en France sa méthode et ses résultats, et presque aussitôt l'Institut nomma une commission pour examiner les procédés du chimiste prussien et renouveler ses expériences.

Cette commission, composée de MM. Cels, Chaptal, Deyeux, Fourcroy, Guyton-Morveau, Parmentier, Tessier et Vauquelin, trouva un rendement de 224 kil. de cassonade blanche, moins de 1 pour 100, pour 25,000 kil. de betteraves traitées. La commission dut faire toutes ses réserves sur ce résultat, obtenu dans de mauvaises conditions, avec des procédés informes et des racines pauvres en sucre, et elle fit un rapport favorable à la nouvelle industrie, bien que le prix de revient eût été trouvé de 1 fr. 60 le kilogramme.

Deux établissements se formèrent et ne tardèrent pas à succomber ; leur insuccès fit abandonner les tentatives ou du moins refroidit considérablement le premier enthousiasme.

Survint le blocus continental. M. Deyeux, rapporteur d'une commission spéciale de l'Institut, nommée sur l'invitation de l'Empereur, présenta son travail en 1810, et mit sous les yeux de Napoléon Ier deux pains de sucre d'une qualité égale à celle du sucre de canne.

Sans entrer dans les détails des travaux auxquels se livrèrent alors les savants français, sans même analyser les méthodes suivies, au moins en ce qui concerne la chronologie, je me hâte de dire que l'amélioration des procédés avait porté le rendement à 2 pour 100 pour la betterave champêtre, cultivée à peu près exclusivement alors et que ce rendement représentait environ 50 pour 100 du sucre réel de cette betterave, soit un produit proportionnellement aussi grand

que celui dont nos fabricants actuels accusent l'obtention avec la betterave sucrière à 10 pour 100. C'est dans une telle situation et lorsque la cherté des denrées coloniales était parvenue à son comble que l'Empereur constitua la sucrerie française indigène par un décret resté célèbre (1812), qui établit des écoles de chimie et des fabriques impériales de sucre de betterave.

L'industrie sucrière était créée. Faut-il s'arrêter à raconter les mécomptes, les déboires, les catastrophes qui vinrent s'abattre sur elle avec la rentrée des Bourbons et les tristes événements de 1814 à 1815 ? Convient-il de rappeler ces luttes courageuses, soutenues par les champions de la sucrerie indigène, dont naguère encore l'un des plus illustres recevait du pays un témoignage de sympathie ? Non, certes ; il est des souvenirs qu'on ne doit pas évoquer : aussi garderai-je le silence sur les faits de cette époque et renverrai-je le lecteur, curieux de ces détails, aux documents officiels du temps qui lui apprendront à ce sujet les circonstances les plus étranges. Je me contenterai simplement de rappeler qu'après huit années de prostration, la sucrerie indigène commença, en 1822, à entrer dans une véritable voie industrielle, dont elle ne devait plus sortir. Je ne parlerai pas davantage des débats parlementaires sur la *question des sucres*, des variations de l'impôt depuis la première application qui en a été faite jusqu'à la dernière loi, discutée et votée sous le ministère de M. Fould, et je résumerai la situation de la sucrerie indigène par trois chiffres :

En 1799, expériences de la Commission, produit. . . .	224 kilogr.
En 1822, produit des sucreries françaises de betterave.	5,000,000
En 1862, . id.	170,000,000

Aujourd'hui, la France, la Belgique, les Pays-Bas, la Prusse, l'Autriche, la Russie et les États secondaires de l'Allemagne peuvent, à la rigueur, suffire à leur consommation, et leur agriculture s'améliore de jour en jour sous l'influence bienfaisante de la betterave, dont la culture est l'emblème le plus certain du progrès cultural.

Dire que la sucrerie de betterave est florissante dans un pays, c'est dire que l'art des champs est en voie d'amélioration, que les cultures sarclées tendent à supprimer la jachère, que l'on crée des nourritures abondantes pour un nombreux bétail, que l'on produit plus de viande, plus de lait, de beurre et de fromage, plus de fumier surtout et, partant, que la culture intensive a fait son entrée dans les mœurs et les habitudes agricoles.

J'ai déjà dit que la consommation du sucre pouvait être regardée comme un signe de l'état moral des nations.... Je le répète, et j'ajoute que l'habitude des boissons sucrées est un obstacle aux habitudes d'ivrognerie, au moins chez certaines classes sociales.

Source de la prospérité aux champs et de la véritable richesse des nations, l'industrie sucrière apporte aux gouvernements et aux États l'un de leurs revenus les plus sûrs ; mais, si je mentionne cet avantage fiscal, je prie le lecteur de ne pas voir dans mes paroles un éloge quelconque de l'impôt du sucre, à propos duquel j'ai formulé maintes fois toute ma pensée.

En face d'une industrie aussi nécessaire que l'industrie sucrière, qui est, en quelque sorte, l'âme du progrès d'une nation, il ne peut être permis à personne d'ignorer les phases principales de la fabrication du sucre, lors même que l'on devrait personnellement y rester étranger. Je vais donc chercher à les décrire méthodiquement et succinctement, de manière à en donner une notion suffisante pour que l'on puisse apprécier les améliorations obtenues.

Fabrication. — La fabrication du sucre se divise en plusieurs groupements manufacturiers, dont l'importance, quoique relative, n'est pas moins fort grande

aux yeux de l'industriel qui doit s'occuper de cette branche du travail humain. La fabrication du *sucre de canne*, celle du *sucre de betterave*, le *raffinage* ou la purification du produit brut de ces deux sources, la préparation du *glucose* ou sucre de fécule, celle des *miels* et les diverses préparations des produits de la *confiserie*, qui dépendent directement de la matière sucrée, constituent les principaux objets de la manipulation sucrière, dont il est absolument indispensable d'avoir une idée juste, si l'on tient à se faire une opinion lucide sur les progrès réalisés ou sur les progrès à espérer.

Dans la fabrication du sucre de la canne et de la betterave, ainsi que de tout sucre à extraire d'un jus végétal ou d'une séve sucrée, on peut établir les données fondamentales suivantes : 1° Il est nécessaire d'*extraire* le jus sucré des plantes ou parties de plantes qui le renferment; 2° ce jus, qui n'est presque jamais assez pur pour donner son sucre à l'état cristallin par simple évaporation, doit subir une *purification* préalable ; 3° il est nécessaire de le *concentrer*, de lui enlever l'eau dans une proportion suffisante, pour que le sucre cristallise ; 4° on doit le soumettre à la *cristallisation* ; 5° il est nécessaire de *purifier* les cristaux obtenus en les *purgeant* des eaux-mères ; 6° les produits bruts doivent être *raffinés*, le plus souvent, avant d'être livrés à la consommation.

Ces principes posés, on peut aisément se rendre compte des méthodes et des procédés usités pour en faire l'application.

1° *Extraction du jus sucré.* — On extrait le jus sucré de la *canne à sucre*, en faisant passer les tiges entre les cylindres ou rolls d'un *laminoir*. Cette machine produit à la fois l'*écrasement* et la *compression*, en sorte que le jus sucré se trouve exprimé à mesure de l'écrasement. On le reçoit au-dessous des rolls, pour le conduire à une opération subséquente. On construit des laminoirs à trois, cinq ou même sept cylindres, avec ou sans l'action de la vapeur à l'intérieur, et l'on se contente d'une seule pression, ou bien l'on réitère le passage des tiges déjà comprimées entre les rolls.

Il est digne de remarque que cette méthode d'écrasement et de compression ne donne pas les résultats nécessaires, que la matière première n'est pas épuisée, et que, cependant, on continue à l'employer. Un peu de bon sens ferait comprendre que l'on n'extrait qu'une faible portion du sucre, celle seulement que la séve entraîne par lavage dans l'opération, tandis qu'une portion considérable du sucre reste renfermée dans les cellules, et échappe à toute compression.

On a essayé divers moyens de remédier à cet inconvénient. Le premier a consisté à faire passer une seconde fois les tiges entre les cylindres ; le second, plus rationnel, consistait à plonger les bagasses dans l'eau et à leur faire subir une seconde pression après cette imbibition ; le troisième reposait sur une injection de vapeur dans la double enveloppe des rolls, de telle façon que la chaleur augmentât la fluidité du sucre, et que la vapeur, condensée en partie, imbibât les tiges déjà écrasées entre les deux premiers cylindres. Ces améliorations ont permis d'extraire une plus forte proportion du sucre contenu dans la plante, mais on est encore fort loin de la perfection, c'est-à-dire de l'extraction totale.

Il est impossible d'y parvenir rationnellement et économiquement autrement que par la macération, contre laquelle les planteurs objectent la crainte de la fermentation. Il convient de rectifier leur allégation, car leur véritable raison se trouve dans l'apathie trop naturelle aux habitants des pays à cannes.

La macération de la canne exigerait la division préalable en cossettes, à l'aide d'un hache-paille de forte dimension et l'emploi de quatre ou cinq macérateurs hélicoïdaux, analogues à ceux que j'ai fait construire pour la betterave.

L'extraction du jus sucré du sorgho se fait comme celle du vesou de canne, et l'on doit en faire l'objet des mêmes observations.

La séve de l'érable à sucre s'extrait directement de l'arbre producteur, dans lequel on perce des trous plus ou moins nombreux, qui laissent couler le liquide, à l'aide de petits tubes en bois, dans des vases placés au-dessous.

L'extraction du moût sucré de la *betterave* exige la *division* préalable de la racine. Cette division s'opère sur les betteraves crues ou sur les racines cuites. On la pratique à l'aide du *coupe-racines*, qui fournit des *cossettes* en rubans ou en lanières plus ou moins minces, ou bien l'on soumet la betterave à l'action d'une *râpe*, dont les dents la divisent en une *pulpe* plus ou moins fine. C'est ce dernier mode qui est le plus généralement suivi en sucrerie. La pulpe est ensuite soumise à la *pression*, qui s'exécute de plusieurs manières. On place la pulpe dans des cadres sur un tissu de laine, que l'on relève de manière à former sacs et à la renfermer. Les sacs, séparés par des diaphragmes métalliques percés de trous, sont portés sur le plateau d'une presse ordinaire ou d'une presse hydraulique et on les soumet à une pression graduée. Quelquefois, on se sert d'abord de la presse ordinaire, puis les sacs sont imbibés d'une faible quantité d'eau, et l'on complète l'extraction par une forte pression à la presse hydraulique. On a aussi conseillé de tremper les sacs dans une dissolution faible de tannin.

Quoi qu'il en soit, si la pression ne retire pas plus de 5 à 10 ou 12 0/0 de sucre de la canne, qui en renferme 16 à 18 centièmes, cette opération n'est guère plus heureuse avec la betterave, dont la richesse moyenne égale 0,10 et dont on ne retire que 0,05 à 0,06. La betterave contient en eau, sucre et matières solubles, près de 98 0/0 de son poids, en sorte que le résidu normal serait de 2 0/0, tandis que, par la pression la plus énergique, il s'élève à 20 ou 25 0/0. C'est donc une perte de 18 à 23 0/0 en jus réel, représentant plus du cinquième de la richesse moyenne en sucre qui reste engagé dans le résidu.

On a essayé d'obvier à cette perte par la macération. L'illustre Mathieu de Dombasle a cherché, le premier, à substituer l'action de l'eau à celle des presses, et son système avait bien sa valeur à côté de faibles inconvénients. Depuis, on a inventé diverses formes de macérateurs, dont les plus parfaits étaient les appareils de M. Pelletan et de MM. Hallette et Boucherie. Nous avons cherché nous-même à réunir les avantages de ces systèmes dans un appareil spécial, qui offre pour résultat l'épuisement radical de la pulpe à froid; mais la pratique européenne emploie encore presque exclusivement les presses sous l'influence de quelques constructeurs dont l'intérêt est naturellement loin de la simplification du matériel.

2° *Purification des jus sucrés.* — La purification des jus sucrés porte encore le nom de *défécation*. Elle repose sur la nécessité de ramener, autant que l'on peut, les jus sucrés naturels à l'état de dissolutions aqueuses de sucre, et de les débarrasser des matières étrangères. Ces matières étrangères sont principalement l'albumine coagulable, les matières azotées et autres précipitables par les agents chimiques, les substances minérales et la matière colorante.

On se débarrasse de l'albumine coagulable par l'action de la chaleur, qui la fait passer à l'état insoluble. La plus grande partie des autres substances étrangères forme avec la chaux des composés insolubles que l'on élimine aisément; mais, comme l'excès de chaux se combine au sucre et forme un sucrate calcique, lequel est une cause de perte, à raison de sa déliquescence, comme ce sucrate nuit à la fabrication et qu'il est une des causes les plus actives de la coloration à la cuite, que sa présence suffit à faire produire des sucres gras, il importe de le détruire en éliminant la chaux en excès. J'en dirai autant des sucrates alcalins, dus à la mise en liberté de la potasse et de la soude sous l'influence de la chaux.

Pour éliminer la chaux, que l'on employait d'ailleurs avec parcimonie, on a

commencé à tirer parti de l'*action absorbante* du noir animal, auquel on demandait en outre la *décoloration*. Je ne chercherai pas ici quels ont été les petits motifs d'intérêt personnel qui ont mis à la mode ce non-sens industriel, mais je ferai remarquer aux lecteurs que l'emploi du noir est insuffisant pour enlever la chaux, qu'il n'agit pas sur les sucrates alcalins, et que son action décolorante, très-réelle, ne présente plus aucune valeur lorsque les liquides ne sont pas débarrassés de la cause spéciale de coloration ultérieure, savoir, de la présence des bases alcalines ou alcalino-terreuses.

Barruel proposa l'emploi de la chaux en grand excès, pour éliminer la plus grande partie des matières étrangères et obtenir une solution de sucrate de chaux. Cette solution, limpide, était débarrassée de la chaux par un courant d'acide carbonique, obtenu surtout par la combustion du charbon.

C'est ce même procédé de Barruel, appartenant au public, que les frères Rousseau acquirent en 1849, et que l'ignorance de beaucoup de fabricants attribuait à ces derniers.

C'est encore aujourd'hui ce même procédé, quant au fond, qui porte le nom de *carbonatation*. La chaux en excès est éliminée par un courant d'acide carbonique, que l'on obtient dans la préparation même de la chaux caustique. Que l'on remarque d'abord que l'acide carbonique, bien employé, suffirait, à la rigueur, contre la chaux, mais qu'il est absolument insuffisant contre les alcalis. En effet, les sucrates alcalins sont décomposés, à la vérité, par le courant d'acide carbonique; mais, comme les carbonates alcalins produits ne sont pas éliminés, les sucrates se reconstituent par la chaleur, et ils deviennent une cause active de coloration et de perte.

J'ajouterai ici que le meilleur agent complémentaire de la défécation, qui élimine entièrement la chaux et rend inoffensifs les alcalis, est le phosphate acide de chaux, et que, par raison d'économie, il trouve sa place après une action incomplète de l'acide carbonique. Par son emploi, outre que l'on est entièrement débarrassé du noir, tous les inconvénients de la fabrication disparaissent.

Un certain nombre de fabricants ont cherché à éliminer la chaux par l'emploi du sulfate d'alumine, dont la réaction est très-bonne sous le rapport de la décoloration, mais qui offre le désavantage de produire des dépôts volumineux, difficiles à séparer, et de laisser dans les jus du sulfate de chaux que l'on est obligé de séparer par une filtration à 26° ou 28° B.

Ces principes compris, j'analyse sommairement les méthodes et les procédés.

Pour la *canne*, la défécation n'existe que par un seul de ses côtés. On se contente d'enlever à l'état d'écume l'albumine coagulable, à mesure qu'elle passe à l'état insoluble par la chaleur. L'emploi de la chaux ne peut être compté que pour mémoire dans la fabrication du sucre exotique; celui du noir, et nous l'en félicitons, y est à peu près inconnu, en sorte que, dans ce qui regarde la défécation, la sucrerie de canne peut être passée sous silence.

Il n'en est pas de même pour la betterave, dont le jus, très-chargé de matières étrangères, exige une purification sérieuse. Aussi les procédés abondent-ils. J'indiquerai succinctement les principaux.

Procédé vulgaire. — Élévation du jus à la température de + 75° ou + 80°. Introduction et mélange de la chaux en lait dans la proportion de 4 à 6 millièmes. Élévation de la température à l'ébullition. Repos. Décantation du liquide clair. Pression des écumes et des dépôts insolubles. Filtration sur le noir.

Il faut noter que cette filtration sera complétée par une seconde filtration à 15° B de densité et, souvent, par une troisième, vers 26° B.

Procédé Barruel. — Comme le précédent, sauf les modifications suivantes : Le chaulage, variable, se fait dans des proportions suffisantes pour transformer la presque totalité ou la totalité du sucre en sucrate de chaux. Le liquide décanté, réuni au produit des écumes, est soumis à un courant d'acide carbonique jusqu'à refus. Repos. Filtration sur le noir.

Procédé dit *procédé Rousseau.* — Exactement identique avec celui de Barruel sous tous les rapports. Même construction de la machine productive d'acide carbonique par la combustion du charbon; mêmes conditions d'action.

Procédé au sulfate d'alumine. — Dans ce procédé et tous les analogues, on agit comme dans le procédé vulgaire, à la seule différence près que le liquide chaulé, décanté, réuni au produit des écumes, est neutralisé par le sulfate d'alumine (ou un agent similaire). Il se forme du sulfate de chaux et de l'alumine; le sucre est mis en liberté et l'alumine forme laque avec les matières colorantes.

Double carbonatation. — Comme dans le procédé Barruel; mais, après une première action de l'acide carbonique, on introduit une nouvelle dose de chaux et l'on traite une seconde fois par l'acide carbonique. Repos, décantation et filtration.

Défécation trouble. — Élévation du jus à la température de + 75° à + 80°; introduction de la chaux, puis, sans décantation préalable, introduction de l'acide carbonique. Décantation. Pression des dépôts. Filtration des liquides sur noir.

Double carbonatation avec défécation trouble. — Le titre même de ce procédé bizarre en dit assez pour qu'il soit inutile d'entrer dans plus de détails.

Observations. — A côté des méthodes précédentes, on rencontre encore une modification qui consiste dans l'introduction de la chaux à froid, suivie de la double carbonatation avec défécation trouble. J'aurai à revenir sur ce procédé, qui est connu sous le nom de procédé Cail, Possoz et Périer, et dont le mérite est fort contestable.

3° *Concentration.* — On concentre le jus sucré, purifié, filtré et décoloré, par l'action de la chaleur, qui lui fait perdre son excès d'eau et l'amène graduellement à la densité nécessaire à la cristallisation. Cette concentration se partage en deux phases : la concentration proprement dite et la *cuite*, laquelle n'en est que le complément. Elle s'opère *à feu nu* ou *à la vapeur*.

La concentration à feu nu ne s'emploie aujourd'hui que pour le sucre exotique, et encore dans les pays arriérés où la fabrication est restée dans l'état où elle était il y a deux siècles. Elle se faisait également pour le jus de betterave à l'origine de l'industrie européenne; mais elle est complétement abandonnée aujourd'hui.

Pour la canne, cinq chaudières, graduellement décroissantes en capacité, sont placées sur un seul foyer allongé; la plus grande est la plus éloignée du foyer, et la plus petite est placée au-dessus, exposée ainsi à la plus grande chaleur. C'est dans la grande que l'on fait arriver les jus sortant des laminoirs. Ces jus écumés passent dans la seconde et, graduellement, ils arrivent à la plus petite, à l'état de sirop, qui achève de s'y concentrer et de cuire. La fabrication exotique ancienne peut être résumée en quelques mots : extraction du jus par écrasement et pression ; ébullition de ce jus et enlèvement graduel des écumes; cuite du sirop. La caramélisation d'une partie du sucre est un des grands inconvénients de cette marche barbare.

La concentration du jus de betterave déféqué se fait actuellement partout à la

vapeur, dans des chaudières à serpentin. Le système commun opère cette concentration à l'air libre. On réitère les filtrations sur le noir, si le produit se trouble et conserve des impuretés qui deviennent insolubles par la fermentation. Dans nombre de fabriques, on fait la seconde filtration sur le noir vers 15° B. de densité, et la troisième vers 26°, puis on achève la concentration soit à l'air libre, soit dans le *vide*, jusqu'au degré de cuite, ou même jusqu'à cristallisation.

Chacun sait que, si l'on soustrait un liquide à l'influence de la pression atmosphérique, l'ébullition se produit à une température moins élevée. Il résulte de ce principe une application excellente, laquelle consiste à faire concentrer et cuire les jus sucrés dans le vide; les jus sont soumis par là à une moindre température et l'on économise la dépense de calorique.

Cette amélioration, très-remarquable à tous égards, est à peu près la seule que la sucrerie ait faite en réalité depuis trente ans, car, aux yeux de l'observateur attentif, tout le reste est demeuré dans les limites de l'ancienne fabrication. Il est impossible de caraméliser les sirops dans les appareils à basse pression; on peut y pousser la cuite jusqu'à la cristallisation, ce qu'on appelle aujourd'hui la *cuite en grains;* enfin, la chaleur n'est pas assez élevée pour que les sucrates alcalins, laissés dans les jus, réagissent beaucoup, en sorte que l'emploi des appareils est encore un palliatif contre la négligence habituelle apportée à la défécation. A côté de ces avantages, il y a des inconvénients.

Le principal consiste en ce que le fabricant est arrivé à trop compter sur son appareil, qu'il néglige de s'instruire de la partie chimique de son industrie et que la sucrerie redevient une affaire de routine. Le second, dont j'étudierai les conséquences, a été de livrer la sucrerie, pieds et poings liés, aux constructeurs d'appareils.

En France, la maison Cail domine la sucrerie, et l'on rencontre bien encore, à droite ou à gauche, quelques imitateurs au petit pied, qui cherchent à en faire autant. Tout cela est de la faute du fabricant de sucre: il sait rarement ce qu'il doit savoir, et de là à tomber entre les mains des hommes à machines, il n'y a pas loin.

Certes, il faut des machines, et de bonnes machines; mais il convient de ne pas oublier que, dans toute industrie chimique, la machine et le constructeur doivent être considérés comme des accessoires, comme des auxiliaires utiles, que l'on dirige, mais par lesquels il est honteux d'être dirigé.

Afin de faire de la machine, la maison Cail a *donné* au monde ce qu'on appelle le *vide à triple effet*. Cette machine consiste dans trois appareils à basse pression, que l'on fait communiquer à volonté, et dans lesquels s'opère la concentration des jus. Un seul vase bien compris aurait suffi largement au chimiste, au physicien et à l'industriel : tout le monde sent qu'il en fallait trois au constructeur, et la seule chose qui m'étonne, c'est qu'on se soit borné à trois. J'aurai occasion de revenir sur ce point, car le véritable exposant de la *sucrerie*, en 1867, pour la France, m'a paru être la maison de construction Cail et Cᵉ.

La concentration finie et le sirop arrivé à ne plus contenir que le sixième de son poids d'eau, soit à feu nu, soit à la vapeur à air libre, soit dans le vide simple, à double ou à triple effet, on procède à la cristallisation.

4° *Cristallisation.* — Le sirop cuit se place dans des vases exposés à une température de + 30° à + 35° et on l'abandonne au repos pour que les cristaux puissent se former. La forme des cristallisoirs est assez variable. Autrefois, et encore dans quelques fabriques, la cristallisation s'opérait dans de grandes formes coniques, mais on préfère généralement, et à juste raison, se servir

maintenant de bacs métalliques de dimensions convenables. Les cristallisoirs destinés au sirop de premier jet sont peu profonds et ils affectent une forme prismatique. Leur capacité moyenne est telle qu'ils peuvent contenir au moins 50 kilogr. de sirop, 100 kilogr. au plus. Pour le second jet, c'est-à-dire pour les sirops qui ont déjà fourni une fois des cristaux et qu'on a soumis à une nouvelle concentration, les cristallisoirs sont des parallélipipèdes qui peuvent contenir jusqu'à mille litres, et même davantage; enfin, les vases destinés aux sirops de troisième jet, aux bas produits, offrent encore de plus grandes dimensions. La cristallisation s'opère en un temps plus ou moins long, selon la température de l'*empli* ou du local où elle se fait, selon que les sirops sont plus ou moins purs. Les sirops contenant beaucoup de sels alcalins ou de matières albuminoïdes cristallisent lentement et avec difficulté.

5° *Purge.* — Dans la cristallisation en formes coniques, on enlevait la *tape* ou le petit morceau de linge qui bouchait l'orifice, et l'on plaçait les formes sur des pots à mélasse, dans lesquels le sirop s'égouttait lentement. La purge, ou la séparation des eaux-mères, demandait plusieurs jours et des précautions nombreuses. L'emploi de la turbine, dans laquelle le sucre est soumis à l'action de la force centrifuge, aussitôt que la cristallisation est faite, soit dans des cristallisoirs ordinaires, soit dans le vide par la cuite en grains, a fait de la purification des cristaux une opération mécanique presque instantanée.

La turbine sépare le sirop des cristaux, et elle dessèche suffisamment le produit pour que l'exposition à l'air sec dans les greniers, ou quelques heures d'étuve, en fassent un produit vendable.

Cet appareil a rendu encore d'autres services. En projetant à l'intérieur de la turbine du sirop moins coloré, qu'on nomme de la clairce, ou même de l'eau, ou encore en y faisant arriver un mince filet de vapeur, on lave les cristaux, on les blanchit et l'on parvient à les transformer en *poudres blanches* qui peuvent entrer immédiatement dans la consommation.

L'emploi de l'eau et des sirops faibles offre ici l'inconvénient de redissoudre une partie des cristaux produits; il en est de même de la vapeur, et les sirops concentrés devraient être employés seuls au blanchiment dans une fabrication rationnelle.

Il est clair que les sirops d'égouttage sont soumis à de nouvelles concentrations, suivies de cristallisation, jusqu'à ce qu'ils se refusent à cristalliser.

Résumé des opérations de la fabrication. — Lavage des racines. Division de la matière. Extraction du jus. Purification ou défécation et décoloration. Concentration et cuite. Cristallisation et purge. Blanchiment.

Outillage. 1° Pour la fabrication exotique : Moulin à cannes ou laminoir avec son moteur. Bac de repos. Cinq chaudières formant l'ancien *équipage*, ou chaudières à concentrer à la vapeur et à serpentin. Chaudière à cuire, à l'air libre, comme la chaudière à concentrer, ou bien chaudière à basse pression. On emploie aussi les chaudières à triple effet et l'appareil à cuire dans le vide. Formes à cristalliser ou cristallisoirs métalliques. Turbine.

2° Pour la betterave : Laveur mécanique. Râpes. Presses ordinaires ou hydrauliques, ou macérateurs. Chaudières à déféquer. Chaudières à acide carbonique. Producteur d'acide carbonique. Presses pour les écumes et les dépôts. Filtres à noir. Appareils de concentration et de cuite, à l'air libre ou dans le vide. Cristallisoirs. Turbines. Instrumentation accessoire pour la revivification du noir.

Dans les deux groupes de la fabrication, il faut ajouter l'outillage destiné à la production de la vapeur et de la force motrice, les foyers de chauffe et les menus objets de travail courant.

Je reviendrai sur les principaux objets de cet aperçu général, selon que l'occasion m'en sera offerte par les détails de l'exposition.

6° *Raffinage du sucre.* — Je ne dirai qu'un mot de cette branche de l'industrie sucrière, malgré les prétentions exagérées des raffineurs, lesquels s'attribuent, à eux seuls, tout le mérite et la plus grande partie du bénéfice.

On purifie le sucre brut en le faisant redissoudre avec le moins de liquide possible et le soumettant à une cristallisation nouvelle. Voilà le fond du travail. Quant aux détails, ils sont très-simples. On ajoute au sirop de l'albumine par une certaine proportion de sang de bœuf et du noir fin. L'albumine doit agir comme clarifiant, et le noir comme décolorant. L'action de la chaleur coagule la première, et le sucre se trouve dissous dans l'eau et mélangé avec un réseau albumineux de charbon décolorant. On passe à chaud dans des caisses à débourber, puis, de nouveau, le produit débourbé est filtré sur du gros noir. Le sirop est soumis à la cuite dans le vide, et on le fait cristalliser dans des formes d'un volume déterminé.

Lorsque la cristallisation est faite, on débouche les formes et l'on fait écouler l'eau-mère, soit spontanément, soit en la faisant aspirer par une pompe spéciale. Le sucre est blanchi par l'action du sirop ou de la clairce qu'on fait passer à travers le pain et dont on aspire les dernières traces. Une dessiccation ménagée complète les opérations essentielles du raffinage, dont les petits procédés et les menues opérations ne présentent pas une valeur telle que leur description soit indispensable.

Quant à la fabrication du glucose ou sucre de fécule, il me semble utile de la renvoyer à la suite de l'étude des produits de la sucrerie proprement dite.

Le sucre à l'Exposition.

Maintenant que le lecteur a pu apprécier la situation sommaire de l'industrie sucrière, qu'il en connaît les parties essentielles et que j'ai traité sommairement la marche réelle de ce grand travail de l'extraction du sucre, il convient de rechercher avec tout le soin possible ce que l'Exposition de 1867 présente à l'observation sur ce thème.

D'après la classification officielle, le *matériel* et les *procédés* de la fabrication et du raffinage du sucre font partie du *sixième groupe* (classe 50), et l'on pourra les étudier aisément, si les indications du programme sont remplies. Le *septième groupe* (classe 72) mettra sous les yeux du visiteur les *produits fabriqués*, bruts ou raffinés; enfin, si je ne me trompe, nous devons rencontrer dans la classe 74, du *huitième groupe*, des types de *sucreries* et de *raffineries agricoles*. Il est aisé, d'ailleurs, de savoir ce que les différentes nations devaient présenter à l'examen comparatif qui fait l'objet du concours, et l'on pourra apprécier de la manière la plus simple ce que l'on devait faire et ce que l'on a fait.

Nous n'avons, pour cela, qu'à prendre le catalogue officiel et à lui demander les premiers renseignements sur l'objet de notre recherche, afin de n'avoir pas à perdre notre temps et de pouvoir aller droit au but.

Quatre seulement des nations exposantes se sont préoccupées, quant au sucres des objets de la classe 50, ce sont : la France, la Belgique, la Prusse et l'Autriche. Voici la liste alphabétique des exposants avec l'indication sommaire des objets exposés.

En France, 23 exposants :

Messieurs *Blaise*, four à revivifier le noir animal employé à la décoloration

Bour et Chenaillier, générateur applicable aux fabriques de sucre de canne;

Briez fils, tissus pour sacs à pulpe;

Brissonneau frères, un moulin à cannes à trois rolls et une turbine ;

Cail (J. F.) et Cie, tout une sucrerie : un moulin à cannes à trois rolls; une râpe à betteraves; une table à sacs et une presse préparatoire; une presse hydraulique; une soufflerie pour acide carbonique; une turbine; une pompe dite centrifuge; un appareil à évaporer *à triple effet;* une chaudière à cuire dans le vide; une chaudière tubulaire; un condenseur; une pompe à air; une chaudière de Wetzel; un filtre-presse de Riedel et Schmitz; un moulin à sucre;

Camichel et Cie, un appareil dit *osmogène*, de M. Dubrunfaut, avec échantillons des produits;

Champonnois (H.), une râpe à betteraves;

Chenaillier (P.), un appareil à évaporer et à cuire le sucre à air libre et à basse température; une chaudière à cuire dans le vide;

Dufournet et Cie, des formes à sucre en carton durci;

Farinaux, Baudet et *Boire*, un triple effet, une pompe à air, une soufflerie à acide carbonique, un filtre-presse pour écumes;

Hermion, un moulin à noir animal ;

Hérouart (E.), tissus pour sacs à pulpe;

Joly et *Camus*, un épierreur et une râpe pour betteraves;

Lefebvre (L.), un appareil à cuire;

Legal (F.), une chaudière à cuire dans le vide et des formes en acier;

Linard, plans et dessins d'appareils pour transporter, par voie souterraine, le jus de betteraves, à des distances considérables;

Mariolle frères, une râpe à forme centrifuge;

Molinos, *Pronnier* et *Dion*, une presse à pulpe;

Philippe, mêmes objets que les précédents;

Rieux (du) et *Roettger*, filtres-presses pour pulpes, écumes et dépôts;

Robert (de Massy), une presse à pulpe;

Salabre-Delcour, tissus pour sacs à pulpe;

Zambaux et *Nilus*, un appareil à cuire à triple effet.

Il faut joindre à la liste précédente le nom de M. *Meyer*, qui expose un moulin à cannes à trois cylindres.

En Belgique, 3 exposants :

Messieurs *Cail* (J. F.), de Paris, *Halot* et Cie, appareil à triple effet;

Dorzée et *Andry*, une râpe à betteraves, une turbine et des dessins;

Goulancourt-Filler (Mme), formes à sucre et vases divers en tôle vernie.

En Prusse, 2 exposants :

Messieurs *Aders* (J.), un appareil à évaporer à double effet, un appareil pour raffiner dans le vide;

Dinglinger, une turbine.

En Autriche, 10 exposants :

Messieurs *Brand* et *Lhuillier*, formes à sucre en fer-blanc;

Breitfeld et *Evaur*, appareil à évaporer et pompe à air;

Brünn (filature de), tissus pour presse de sucrerie;

Eckstein, du parchemin destiné à la sucrerie;

Kronig (Ch.), formes à sucre en papier mâché;

Kuhn, tissus pour presses de sucrerie;

Resnicek, formes à sucre;

Robert, extraction du sucre par diffusion;

Stiasny et *Spitz*, tissus de laine peignée pour presses de sucrerie;

Zugmayer, vide pour fabriques de sucre.

Si donc, avant d'entrer dans la galerie, le lecteur veut bien récapituler avec

moi ce qu'il doit y rencontrer, sous la rubrique de la classe 50, relativement à la sucrerie, il trouvera, sur les objets appartenant à 39 exposants :

Un générateur et *un* épierreur, *cinq* râpes, *quatre* moulins à cannes, *quatre* presses, *six* variétés de tissus pour sacs à pulpe, etc., *trois* filtres-presses, *deux* soufflerie à acide carbonique, *trois* appareils simples à évaporer, *cinq* appareils à cuire dans le vide, *un* appareil à double effet, *quatre* appareils à triple effet, *quatre* turbines, des formes en acier, en tôle, en fer-blanc, en carton et en papier, *un* moulin à noir et *un* four à revivification. Nous pourrons encore avoir à examiner deux procédés nouveaux, celui de M. Dubrunfaut, par l'appareil *osmogène*, et le procédé dit par *diffusion*, sans compter des dessins plus ou moins importants.

Maintenant que nous sommes en mesure et que notre plan est tout tracé, ne perdons pas notre peine aux bagatelles de la porte et entrons résolûment dans la galerie VI, où se trouvent réunis les merveilles de la mécanique et les objets d'instrumentation utilisés par les arts industriels.

Nous voilà au milieu de l'exposition française. Où sont les machines perfectionnées? Où sont les procédés qui dénotent l'amélioration?

Je me vois forcé de déclarer en toute conscience qu'il faudrait une rare bonne volonté pour trouver matière aux éloges et aux applaudissements que les exposants attendent avec impatience, et sur lesquels ils semblent compter d'une manière certaine.

Et tout d'abord, voici l'édition française des machines sucrières de la maison Cail. Constatons, en passant, que le montage n'est pas terminé, bien que l'Exposition soit ouverte depuis plus d'un mois[1]. Voilà bien le triple effet, la chaudière à cuire, la soufflerie, une râpe, un moulin à cannes et beaucoup d'autres choses, mais enfin, ce n'est pas fini et nous devrons revenir. Soit, mais je prendrai la liberté grande de peser sur deux points : tous ces appareils sont de grandeur manufacturière et me paraissent devoir être *vendus*, pendant ou après l'exposition; c'est une bonne idée et il est utile de voir les choses ce qu'elles sont dans la réalité; mais pourquoi donc la maison Cail ne saisit-elle pas l'occasion de se laver du reproche de cherté exorbitante que l'industrie sucrière lui adresse à si juste titre? Pourquoi les appareils exposés par elle ne portent-ils pas, en *chiffres connus*, l'indication de leur prix? On dit que la maison Cail fait bien. Mon Dieu, oui, comme tout le monde, et nous avons des centaines de constructeurs qui font aussi bien. La question roule tout entière sur la valeur vénale des instruments, à solidité égale et à qualités semblables, et il ne me semble pas que cette règle ait été méditée ici.

Voici deux râpes de M. H. Champonnois.... Celui de ces engins qui est destiné à la betterave me paraît un bon instrument. Où est l'indication du prix de vente? On nous dit : voilà une râpe centrifuge à betteraves; elle fait 700 tours par minute et divise 6000 kilog. de racines par heure.... Cela est fort bien, mais combien la vendez-vous?

Ah! mes chers compatriotes, songez que votre élasticité d'esprit tend à dégénérer en une singulière élasticité morale, qui est un défaut bien grave. Prenons-y garde; cela nous mènera loin et nous fera descendre plus bas que nous ne le voudrions.

Au surplus, j'ai tort et vous avez raison. Si la commission avait décidé qu'elle saurait vouloir, et que son activité ne porterait pas seulement sur le côté frivole de l'Exposition, si elle avait numéroté dès le premier jour les produits exposés, ce qui n'est pas encore fait aujourd'hui (6 mai), si elle avait déclaré

1. L'article de M. Basset nous a été remis dans les premiers jours de mai. E. L.

que tout propriétaire d'un numéro serait passible de 100 francs d'amende, au profit des pauvres, par chaque jour de négligence apporté à l'inscription du prix de vente d'un objet exposé; la chose serait exécutée depuis longtemps. Encore une fois, ce n'est pas à l'exposant qu'il faut s'en prendre.

A côté de la maison Cail, un constructeur lillois, M. Farinaux, a monté également un triple effet. Pas de prix. Si je m'en rapporte aux seules données rationnelles, j'avoue qu'on doit reconnaître chez M. Farinaux une forte dose de courage, dont il convient de lui tenir grand compte. Exposer un *triple effet*, lorsque l'on est du pays où cet engin a été justement nommé *triste effet*, la chose se comprendrait à la rigueur, si, toutefois, de grandes améliorations, bien nécessaires, ont été faites; mais se placer en mitoyenneté avec M. Cail, se mettre à son ombre ou dans son ombre, c'est ce que je ne puis saisir, quant à présent.

Si M. Farinaux s'est placé là, il a eu tort dans son intérêt, et s'il y a été placé, on l'a effacé.

Je ne vais pas chercher à discuter aujourd'hui la valeur ou la non valeur des appareils à triple effet, ni des systèmes proposés, puisque nous ne faisons, en quelque sorte, qu'une promenade de reconnaissance, mais je ne puis résister au désir de citer une phrase de M. Say (Constant), grand raffineur et membre du comité d'admission pour la classe 72, dont ressortissent les sucres :

« Depuis 1857, la fabrication et le raffinage ont fait de grands progrès, qui ont pour résultat de donner le sucre à meilleur marché.

« Les principales améliorations sont :

« 1° Pour la fabrication, *les procédés de double carbonatation, les appareils à évaporer et à cuire dans le vide à triple effet et l'emploi des appareils à force centrifuge*;

« 2° Pour le raffinage, l'application du clairçage, de la succion d'une partie de la clairce des pains, l'emploi des appareils centrifuges et la diminution des frais généraux par *la concentration du travail dans de grands établissements.* »

On n'a qu'à lire cette dernière période pour se rappeler que M. Say est un de nos raffineurs les plus importants. Je reviendrai là-dessus [1]. Mon avis n'est pas celui de M. Say, et j'ai d'excellentes raisons pour cela.

Presque à côté de ces messieurs, mais sur des proportions plus modestes, MM. Camichel et Ce, de Saint-Clair-de-la-Tour-du-Pin (Isère), exposent l'*appareil osmogène* de M. Dubrunfaut. Ces messieurs ont joint, fort judicieusement, quelques échantillons de leurs produits, qui sont loin d'être sans valeur.

Il y a une nouveauté dans l'idée de M. Dubrunfaut, et j'espère avoir les renseignements nécessaires pour l'apprécier à sa juste valeur.

Tout auprès, M. Legal, de Nantes, expose un charmant petit modèle d'un appareil à cuire dans le vide et des formes en acier. Nous avons vu, tout à l'heure, le moulin à cannes, de MM. Meyer et Ce, de Saint-Pierre-Martinique, et les formes en carton durci de M. Dufournet, et quelques autres appareils que je joindrai à une étude moins sommaire. Aujourd'hui, je crois bon de ne pas trop nous aventurer dans le dédale de toutes ces machines, dans lesquelles la commission semble avoir cherché à empêcher le public de se reconnaître. On conviendra, en effet, que s'il faut *un mois pour que les objets exposés ne soient pas numérotés*, on risque fort de ne pouvoir les étudier avant la fin de l'exhibition.

1. M. Basset est auteur d'un ouvrage sur les sucres, dont il prépare une nouvelle édition, et dans lequel il pourra donner à sa pensée des développements que ne comporte pas une Étude sur l'Exposition. E. L.

Il est bon cependant, avant de quitter la France, d'ajouter un mot à l'adresse de nos constructeurs français, de ceux surtout qui s'occupent spécialement de la sucrerie. Ils me paraissent avoir bien peu réfléchi à la conséquence immédiate de leur abstention. Ou ils n'ont rien de mieux, de plus simple, de plus utile, de moins coûteux que les appareils de la maison Cail, et cette pauvreté ne prouve pas en faveur de leur intelligence, ni de l'intérêt qu'ils apportent à la question des sucres; ou ils ont quelque chose de mieux, de plus utile et de moins cher, et ils ont reculé, par peur de la dépense, ou par peur de se trouver en concurrence avec leur seigneur et maître. Voilà un dilemme qui viendra à l'esprit de tout le monde.

Donc, aujourd'hui, le matériel exposé pour la grande industrie des sucres, en France, se présente sous la raison Cail et Ce, mise à part la concurrence de M. Farinaux : il apparaît assez clairement que la victoire ne sera pas disputée.

Je ne verrais pas un très-grand inconvénient, pour ma part, à des récompenses accordées aux engins de la maison Cail, considérés en tant que spécimens de fabrication, puisqu'il ne s'agirait absolument que d'apprécier un travail de chaudronnerie, mais je protesterai toujours contre un double emploi, par lequel des appareils, destinés à une spécialité industrielle, sont construits par des personnes étrangères à cette spécialité. Que M. Cail puisse faire exécuter parfaitement, *sur les données d'un homme connaissant le sucre*, un excellent appareil pour sucre, je n'en doute pas; mais je conteste qu'il soit apte à se rendre compte des vrais besoins de la sucrerie[1], à moins que l'on ne veuille faire de la fabrication sucrière une question de cuivre, de tôle, de boulons, de rivets et d'écrous. J'en fournirai la preuve dans l'examen du système Cail, Possoz et Périer, vanté bien à tort par M. Say.

Les Pays-Bas, autrefois la contrée du raffinage par excellence, n'ont pas exposé le plus petit appareil de sucrerie, mais en revanche, la Belgique offre une réédition du *triple effet* de la maison Cail, de Paris, sous l'appellation Cail, Halot et Ce, de Bruxelles. On est porté à se rappeler, malgré soi, la muscade du poëte, cette muscade précieuse, dont on avait mis partout, ce qui n'améliorait pas les plats.

La Belgique nous offre encore un appareil à purge forcée et une râpe; puis, les formes en tôle vernie de Mme Goulancourt-Filler...

Deux énormes chaudières tubulaires, placées sur les domaines prussiens me paraissent destinées à la concentration des jus. Renseignements pris, la prévision se trouve exacte et M. J. Aders, de Neustadt-Magdebourg, exposé une machine à *double effet*, pour l'évaporation des jus, laquelle me semble, à première vue, offrir à la fabrication des avantages sérieux sur le triple effet français ou franco-belge. J'attendrai cependant de plus amples détails avant de formuler mon opinion, mais il y a, dans cet engin, quelque chose qui frappe et appelle l'attention; c'est la facilité avec laquelle les tubes chauffeurs peuvent être enlevés et remontés, facilité que l'on ne rencontre, dans les autres machines, qu'à un degré beaucoup moindre et que je me propose d'étudier.

Près de la machine à évaporer de M. Aders, on organise le montage d'un appareil destiné à évaporer automatiquement l'enlèvement des noirs revivifiés après leur refroidissement.

1. Nous rappelons de nouveau que les appréciations des rédacteurs des *Études* leur sont personnelles. Nous n'avons pas à examiner les aptitudes de M. Cail, qui a fait ses preuves : d'ailleurs, cet honorable constructeur est sans doute entouré d'hommes spéciaux connaissant parfaitement les diverses industries auxquelles les appareils qu'il construit sont destinés.

E. L.

Il est bien difficile d'apprécier les appareils de détail exposés par l'Autriche, à moins de les déballer soi-même ou de les rechercher sous les objets de toute nature qui les recouvrent. Ce sera pour plus tard.

Comme il est trop facile de le constater, cette promenade à vol d'oiseau dans la galerie des machines ne nous a pas conduit à un brillant résultat; je prierai cependant le lecteur de ne pas perdre patience encore et de vouloir bien jeter un coup d'œil sur les appareils agricoles qui peuvent se rattacher à la sucrerie, afin de compléter ce premier aperçu, grâce auquel nous pourrons entrer plus complétement dans les questions sérieuses de la sucrerie.

Tout au fond du parc nous trouvons un hangar destiné aux machines agricoles françaises. Nous voilà tout d'abord en face du four Blaise, à revivifier le noir en grains.

Je ne puis m'expliquer en quoi, comment et pourquoi le four Blaise est classé parmi les instruments agricoles. Cet appareil appartient essentiellement à la grande industrie sucrière, et personne, à moins d'avoir perdu les notions les plus élémentaires ou de ne les avoir jamais possédées, ne peut songer à introduire le noir et sa revivification en sucrerie agricole. C'est bien assez déjà que, sur la foi de certains théoriciens, la sucrerie manufacturière se soit embarrassée de ce non-sens, dont l'absurdité est aujourd'hui reconnue par tous les bons esprits qui s'occupent de la fabrication.

Donc, et dans tous les cas, le four Blaise n'est pas à sa place et, logé où il est, il ne peut servir qu'à égarer l'opinion.

Tout près de l'édifice consacré au noir, et sous le même toit, s'abrite un moulin à cannes, à trois rolls ou cylindres, exposé par MM. Brissonneaux frères, de Nantes. Ces messieurs ont placé également une turbine ordinaire près de leur moulin.

Deux pas plus loin et l'on est en face de l'instrumentation de M. Zambaux, de Saint-Denis. Cet outillage, aussi peu agricole que le four Blaise, se compose essentiellement de trois chaudières formant aussi un triple effet, et dont les tubes verticaux sont placés très-visiblement. Une série de dessins fait voir les dispositions intérieures de cet appareil et celles d'une vis d'Archimède horizontale, à laquelle l'inventeur impose le nom de *presse hélicoïde*. Tout cela est à revoir.

Enfin, et pour terminer, voici une nouveauté. Contre le mur du fond se dressent trois *filtres-presses* de MM. P. du Rieux et Ed. Roettger, de Lille. Cet instrument, appelé à un beau succès en pratique, à mon avis, existe depuis deux ans sous diverses formes, mais l'appareil de M. Durieux et Roettger est le seul qui soit visible dans cette partie de l'Exposition, au moins jusqu'à présent. J'en rendrai bon compte dans l'intérêt de la grande fabrication, aussi bien que de la fabrication agricole, et j'aurai soin d'étudier également les filtres-presses des autres systèmes. Tous les fabricants savent de quelle importance il serait pour eux d'améliorer cette partie du travail qui consiste dans l'épuisement des dépôts et des écumes, et déjà plusieurs m'ont fait les plus grands éloges des filtres-presses.

Dans une prochaine visite, j'examinerai les produits de la fabrication sucrière et de la raffinerie, tant en France que chez les autres nations exposantes, et cet examen formera l'objet d'un second article, après lequel je pourrai traiter nettement de la valeur de l'outillage et des engins dont nous venons de prendre une idée superficielle.

N. Basset, chimiste.

BIJOUTERIE. JOAILLERIE.

CLASSE 36.

PAR **M. P. SCHWAEBLÉ,**

Ingénieur civil, Ancien Élève de l'École polytechnique.

I

HISTORIQUE.

Bijouterie. Joaillerie. Bijoux anciens. Monuments funéraires. Égyptiens. Phéniciens. Assyriens. Pompéi. Art étrusque. Période des Gaulois et franque. Fouilles en Grèce. Herculanum. Premiers siècles de notre ère. La Renaissance. Benvenuto Cellini. Siècle de Louis XIV. Époque moderne.

L'art de la bijouterie est une branche de l'orfévrerie, appliquée spécialement à l'exécution de légers ouvrages en métaux précieux. La bijouterie travaille surtout l'or et l'argent qu'elle fond, repousse et ciselle; elle fait des objets de parure, dont la valeur principale réside dans le talent et le goût de l'artiste. Les pierres et les émaux n'y jouent qu'un rôle secondaire.

Au contraire, la joaillerie donne aux gemmes le rôle principal. Les joailliers reçoivent les pierres précieuses, les sertissent de manière à leur faire jeter beaucoup d'éclat, à les bien faire jouer, comme on dit en style de métier. La rareté même des pierres employées, et par suite leur prix très-élevé, donnent aux pièces de la joaillerie une valeur considérable. La joaillerie a dû certainement précéder de beaucoup la bijouterie. L'âge de pierre, c'est-à-dire l'époque à laquelle on ne travaillait pas encore les métaux, s'est révélé par des instruments et des armes en silex, des colliers de pierres dures et brillantes, que l'homme a dû percer et polir à la main, par voie de frottement.

Le développement des arts a permis plus tard à la bijouterie de s'élever au moins au niveau de la joaillerie. Les Égyptiens, les Assyriens, les Étrusques et les Romains ont, en effet, porté la bijouterie à un certain degré de perfection, tandis que la joaillerie est restée, pour ainsi dire, stationnaire jusqu'au XVe siècle. C'est alors que Louis de Berquem imagina la taille à facettes *en rose* et *en brillant*; les anciens ne connaissaient que la taille arrondie dite *en cabochon*, que certains fabricants emploient encore de nos jours pour donner aux parures un certain cachet d'antiquité.

L'or et l'argent ont été employés, de tout temps, pour fabriquer des bijoux. Les propriétés spéciales de ces métaux et leur rareté n'ont dû que trop vite attirer sur eux l'attention des hommes. Avant d'arriver à l'immense variété d'objets que nous connaissons, le bijoutier a dû primitivement produire des parures très-simples. Qu'étaient les présents d'Isaac à Rébecca, et à une

époque moins éloignée, le diadème de Sémiramis, l'anneau de Salomon, celui de Mahomet et la bague qui servait de sceau aux Kalifes?

Les bijoux de toute espèce : bagues, boucles d'oreilles, bracelets, colliers, etc., ont été prodigués à diverses reprises. Les Grecs et les Romains les ont employés à l'excès : la fameuse Cléopâtre était surchargée de perles qu'elle aimait à la folie. En Turquie, encore aujourd'hui, les femmes ont des colliers et portent des bagues à tous les doigts. Le clergé catholique lui-même a porté des bijoux à profusion, malgré l'humble simplicité de la doctrine du Christ. Il ne reste plus de ces bijoux religieux que l'anneau du pêcheur, ou anneau symbolique, avec lequel le pape scelle les brefs et les bulles apostoliques, et l'anneau que les évêques reçoivent le jour où ils sont élevés à l'épiscopat.

Les anneaux, connus dès la plus haute antiquité chez presque tous les peuples, ont servi en particulier, chez les Romains, à distinguer les divers ordres de citoyens. Ils étaient en or, en argent, en fer, en bronze, etc., suivant les rangs. Sur ces anneaux on faisait graver la tête d'une divinité ou un emblême quelconque : Pompée signait avec un lion, Auguste avec un sphinx ou avec la tête d'Alexandre le Grand.

Dans notre pays, les bijoux furent, au début, l'attribut de la puissance et de la noblesse. Défense était faite aux *vilains* d'en porter. Puis la mode s'en mêlant, les différents règnes ont été caractérisés d'une façon spéciale. Sous Charles VII nous trouvons les diamants en crédit; sous François Ier l'or revient en faveur, puis les pierreries; à l'époque de Henri II, Marie Stuart avait ramené les parures en diamants, qui cédèrent bientôt la place aux parures en perles. Sous Louis XIV, les diamants et les pierreries furent remis en faveur. Il y eut même bientôt abus. Les garnitures d'habits, les poignées d'épées, les montres enrichies de ce temps nous en donnent des témoignages. On n'a pas oublié le collier de la reine Marie Antoinette, ni la profusion de bagues, de boîtes, de chaînes à breloques que les hommes étalaient avant 1789. Les femmes possédaient alors des écrins ruineux, des baguières qui représentaient des fortunes. La Révolution supprima tout ce luxe, quoique, dans certaines soirées du Directoire, plusieurs dames, chaussées de cothurnes découverts, aient orné leurs doigts de pieds avec des anneaux enrichis de pierres précieuses.

L'histoire des bijoux, depuis les temps les plus reculés, a pu être écrite. On a découvert et on découvre encore des parures en or dans les sépulcres antiques. Dans les nécropoles grecques et étrusques, on retrouve surtout des bijoux funéraires, qui presque toujours sont des imitations en feuilles d'or minces et estampées. Ces parures pour tombeaux ne peuvent soutenir la comparaison avec les bijoux authentiques. Les plus beaux spécimens de ce genre que nous possédons nous viennent de la Crimée. Les Grecs n'avaient pourtant que quelques colonies dans ce pays barbare; mais les rois cimmériens étaient maîtres du marché de l'or et des céréales, et Athènes leur envoyait les objets précieux fabriqués par des artistes grecs, en échange de blé ou d'autres produits.

Les fouilles ont été pratiquées depuis longtemps en Grèce. Les produits en ont été vendus à Rome, et les invasions successives des barbares ont épuisé cette terre. On ne trouve donc plus que rarement des traces de la civilisation grecque. Il faut d'autant plus le regretter, que tout ce qui a été retrouvé est admirable : M. Castellani, orfèvre, possède une parure remarquable en or, avec des émaux provenant de l'île de Milo. L'Italie, moins ravagée par les barbares, est plus féconde : la Grande-Grèce et l'Étrurie, Herculanum et Pompéi ont permis de réunir beaucoup d'éléments pour juger de la perfection de la bijouterie hellénique.

Ce qui provient des tombes étrusques n'est cependant pas dû à l'art étrusque

proprement dit. Tout en est grec : style, travail, perfection, finesse, imitation de la nature et mode d'ornementation. Ces bijoux se rattachent au même genre que ceux de la Grande-Grèce. Évidemment, les Étrusques y ont travaillé, car ils étaient renommés pour leur habileté, et leurs bijoux étaient recherchés, même à Athènes. Mais ces Étrusques avaient été formés par des artistes grecs attirés en Étrurie, avec des colonies d'ouvriers qui propageaient le secret de leur art et leurs procédés d'imitation. Les Étrusques ont possédé une grande qualité : l'élégance naturelle, et la finesse de leur ciselure était proverbiale.

Les bijoux véritablement étrusques sont d'origine et de style asiatique, comme le peuple qui les fabriqua. Ce genre se rapproche des genres assyrien et phénicien, maintenus par les relations des navigateurs. Quand l'influence de l'art grec eut cessé, on revint à l'étrusque pur; on en renouvela les formes, de même qu'aujourd'hui nous cherchons à imiter et à faire renaître le style antique.

La passion des pierreries était et est encore propre aux Orientaux. Les Grecs n'aimaient pas ce goût primitivement barbare qui prodigue les pierres sur les vêtements, les armes et les ustensiles. Ils ont acquis toute leur supériorité, en plaçant le mérite du travail au-dessus de la matière employée; chez eux, le talent de l'artiste prédomine. Les pierreries ne sont employées qu'en petite quantité et très-accessoirement. Lors de la décadence romaine, le luxe des pierres précieuses reparut, et devint le caractère du costume byzantin. Les Grecs employaient peu de gemmes translucides; ils préféraient les pierres dures et opaques, telles que les jaspes, les agates, les sardoines, les cornalines, les lapis, etc. Jamais ils n'ont utilisé ni le saphir, ni le rubis. L'améthyste, l'hyacinthe, la topaze, l'aigue-marine, quoique connues, n'étaient destinées qu'à la gravure en *mitaille*. Le diamant était un objet de curiosité; les fragments seulement servaient à graver sur pierres fines. L'émeraude d'Égypte, plus foncée que celle de l'Inde, presque opaque, était fort employée, ainsi que le grenat et les perles fines qu'on rencontre dans un assez grand nombre de bijoux antiques.

Les Égyptiens, les Phéniciens, les Grecs et les Étrusques possédaient une supériorité réelle dans l'art des émaux, comme le démontre ce qui nous reste d'eux, notamment au musée Campana. Les artistes de la Renaissance n'ont pu mieux faire; la seule différence consiste en ce que les anciens employaient sobrement l'émail comme accessoire, tandis que le bijou-renaissance est entièrement émaillé.

La forme du bijou antique est simple, élégante, régulière, mais l'ornementation en est variée, capricieuse et féconde. Le règne végétal est imité avec finesse et avec un profond sentiment de la nature. Les ornements de conventions, entrelacs, astragales, etc., concouraient aussi à l'ornementation. Toujours l'ensemble est harmonieux, toujours la richesse s'unit à la sobriété. Des détails légers accentuent la forme, et, chose digne de remarque, les motifs de composition et de décoration sont dictés par l'usage et le but de l'objet. La fantaisie grecque se montre inépuisable dans les boucles d'oreilles et les colliers. L'invention est illimitée, la variété infinie : figurines, animaux, ornements simples, souvent capricieux, mais toujours gracieux, tout est heureusement utilisé par le bon goût de l'artiste. L'habileté et le fini du travail frappent autant que le goût et l'élégance de la forme. A peine arrive-t-on de nos jours, pour la fonte et la ciselure, au degré de perfection atteint par les anciens. L'exécution du granulé et du cordelé, les procédés pour réduire l'or en parcelles et en fils presque impalpables, la méthode de soudure de ces atomes et la fixation de ces fils sur les pièces, sont des secrets perdus.

Pendant la période gauloise et franque, les bijoux étaient de forme grossière, comme le prouvent les chaînes d'Ognius, l'Hercule de nos ancêtres. La domination romaine amena le luxe à sa suite, et les Gaulois, ainsi initiés, obtinrent des succès dans l'art de la bijouterie. Tandis qu'à Constantinople, le luxe avait pris des proportions considérables, grâce à l'habileté des artistes appelés par Constantin, les Gaulois conservèrent, malgré l'invasion des Francs, les coutumes apportées par les Romains. Les bijoux mérovingiens et carlovingiens, lourds et massifs, ornés de figures naïves et de dessins primitifs, décèlent l'élément franc.

Dans les premiers siècles de notre monarchie, les bijoux étaient surtout religieux, comme toute l'orfévrerie d'ailleurs. La réputation des artistes lombards et italiens était déjà grande à la fin du sixième siècle. Vers la même époque, les Francs possédaient saint Éloi, qui fut plutôt orfèvre joaillier que bijoutier. — Sous le règne de Charlemagne, commence l'ère de la grosse bijouterie; la pureté des formes est alors sacrifiée à la magnificence; les pierreries surchargent l'or comme dans la couronne du grand empereur et la croix de Lothaire.

En Allemagne, le mariage d'Othon II avec la princesse grecque Théophanie (972), implanta l'art byzantin. Déjà, au onzième siècle, l'art occidental prit un caractère propre, s'éloigna des traditions antiques et adopta un style noble et sévère. Au quatorzième siècle, la vogue des bijoux était irrésistible; alors dominaient les *fermaux* ou agrafes de manteaux et de chapes, les ceintures, chapels et petits reliquaires portatifs, les bijoux gothiques à sujets saints ou de pure fantaisie. Ce genre se maintint durant le quinzième siècle, alors que le talent des artistes des Pays-Bas était à son apogée.

Nous arrivons à la grande époque de la Renaissance. Vers 1525, le style italien fut adopté en France et en Allemagne. Les arts avaient été merveilleusement favorisés dans leur développement par la subdivision de l'Italie en une foule de petits États et par la liberté d'un grand nombre de cités. Dès la fin du treizième siècle, la bijouterie pisane marchait de pair avec l'orfévrerie. La joaillerie en était inséparable, puisque les vierges étaient ornées de pierreries, colliers, plaques pectorales, etc. Au quinzième siècle, le goût des bijoux ornés de figurines en ronde bosse ou de haut relief, coloriés par des émaux, dominait en Italie.

Avec le seizième siècle, paraît Benvenuto Cellini; son goût original et son dessin parfait et capricieux décèlent bientôt l'empreinte du génie. Son nom s'attache en même temps à l'orfévrerie, à la bijouterie et à la sculpture. Il excella dans la monture des pierres précieuses. Ses plus beaux bijoux furent faits à Rome pour la duchesse Éléonore de Toscane. Cellini publia un traité de son art; la joaillerie occupe un chapitre spécial, un autre consacré à la bijouterie proprement dite (l'art de repousser et ciseler l'or ou l'argent), prouve qu'il accordait la préférence à cette dernière branche. La bijouterie de Benvenuto n'était ni fondue, ni estampée, mais repoussée et ciselée. Elle comprenait les anneaux, pendants, bracelets, médaillons, etc. L'ouvrage du grand artiste détaille les procédés de fabrication; malgré les améliorations apportées depuis, on peut encore y puiser d'utiles enseignements.

Les émaux translucides ou opaques, les émaux cloisonnés, les nielles, déjà connues, jouaient un grand rôle à cette époque. Le goût pour la mythologie et la poésie grecque exerça une salutaire influence sur les bijoux, dont les formes devinrent plus élégantes.

Les bijoux si parfaits du seizième siècle, nationaux ou italiens, ornés de pierreries avec figurines ciselées ou émaillées, n'ont pu résister à la mode. Leur destruction s'est accomplie au dix-septième siècle, et surtout au dix-huitième

siècle, sous Louis XV. Il n'en reste que quelques-uns dans les collections publiques ou privées.

La première moitié du grand siècle avait conservé le style et le caractère de la Renaissance. L'Allemagne suivit, comme le reste de l'Europe, le mouvement français au dix-septième siècle. Mais sous Louis XIV les bijoux subissent une transformation sensible. Les pierreries reviennent en faveur, le métal ne sert plus qu'à les sertir et à les faire valoir. Nous touchons à l'agonie du style pur. Le dix-huitième siècle recherche les objets prétentieux, bizarres. L'Italie elle-même abandonne le genre si délicat de ses grands maîtres; l'Allemagne dépasse le but, et tout en soignant l'exécution, perd le goût et l'élégance de la forme.

C'est à notre génération que revient l'honneur d'avoir lutté, depuis quelque trente ans, contre cette décadence du goût, et les Expositions universelles ont puissamment contribué à relever les arts dont nous nous occupons. Les études sont devenues possibles, les comparaisons faciles, et de là est résulté une rénovation qui, pour n'en être encore qu'à son début, n'en fait pas moins sentir puissamment son influence. L'Exposition universelle de 1867 nous en fournira des preuves irrécusables.

EXPOSITION FRANÇAISE.

La Commission impériale. Salon réservé à la classe 36. Les Fabricants. Les Commerçants. Une opinion de M. Michelet. Art de l'émailleur. La vitrine de M. Duron. L'exposition de M. Bapst. Parures de M. Rouvenat. Saphirs et perles de M. Mellerio. M. Beaugrand. Diamants de la princesse de Mouchy. Exposition de M. Massin.

La Commission impériale a accordé à la classe 36 un si petit espace, qu'il nous est arrivé plusieurs fois, pendant les nombreuses visites que nous avons consacrées à cette classe, de ne pouvoir même pas approcher des vitrines. Indépendamment de l'inconvénient grave qui en résulte pour le public et pour les exposants eux-mêmes, nous pensons que l'importance des produits de ce genre méritait mieux, et qu'il aurait été facile de tirer un bien meilleur parti, comme ensemble, des remarquables objets exposés. Mais dans cet emplacement si restreint, où n'arrive qu'imparfaitement la lumière, si indispensable pour permettre de juger de l'éclat des pierres précieuses, sont amoncelés des trésors en valeur intrinsèque, des chefs-d'œuvre de l'art français, des merveilles de notre goût national. Nous sommes heureux de pouvoir proclamer hautement la supériorité de la joaillerie française sur la joaillerie étrangère, et cela sans crainte d'être réfuté. Il est vrai d'ajouter que pour de tels produits, d'une valeur si considérable sous un si petit volume, les fabricants étrangers peuvent craindre de les exporter, et que l'avantage reste entier sous ce rapport aux fabricants de Paris, comme cela avait été pour les exposants de Londres, en 1862.

Avant de franchir l'une des quatre étroites ouvertures qui mènent dans le sanctuaire, qu'on nous permette une réflexion de métier. Toutes les occasions sont bonnes pour éclairer l'opinion, nous saisissons celle de ce compte rendu pour signaler et dévoiler un abus. Les produits que nous allons examiner, sur lesquels l'intelligent directeur de cette publication nous a prié de lui transmettre notre appréciation, sont fabriqués dans des ateliers spéciaux, et vendus dans des magasins; de là nous établissons cette grande distinction : les fabricants et les marchands. Nous n'avons nullement la prétention d'examiner ici, comme l'a si savamment fait M. Michelet dans son ouvrage : *le Peuple*, les carac-

tères différentiels entre les uns et les autres, soit au point de vue de la valeur personnelle soit à celui de l'honorabilité. L'illustre historien prend note de la répugnance de nos aïeux pour les affaires commerciales, «*mais cette répugnance est vraiment raisonnable, quand elle s'applique aux habitudes ordinaires du commerce, à la nécessité misérable où le marchand se trouve de mentir, de frauder et de falsifier* (Michelet. *Le Peuple*).

Mais comment se fait-il que dans la classe 36 il y ait beaucoup de marchands qui soient exposants? Le mérite des objets exposés revient incontestablement aux fabricants. De quel droit les marchands s'approprient-ils des objets qu'ils sont intéressés à vendre le plus cher possible pour réaliser un gros bénéfice, quand ils ne se doutent même pas des difficultés de la fabrication ? Les fabricants seulement devraient avoir le droit d'exposer. Que les marchands, s'ils tiennent à pénétrer dans les Expositions, soient les agents des fabricants, chargés de les représenter, de faire valoir leurs produits, comme ils savent si bien le faire vis-à-vis des acheteurs, et les rôles seront ainsi ce qu'ils doivent être, ce qu'ils sont dans la réalité. Il est vrai que presque tous les marchands, trompant leur clientèle, s'intitulent fabricants. Le jury aurait pu, après une enquête sérieuse, décider quels étaient ceux des marchands qui méritaient réellement le titre de fabricants, et les autoriser à concourir avec leurs collègues. Que cet abus, signalé dans le commerce de la joaillerie, s'étende à tous les objets d'art, au commerce des tableaux, par exemple, tout naturellement nous verrons les marchands de tableaux exposer en leur nom les œuvres de nos grands maîtres, se les approprier, et l'esprit du siècle, déjà mercantile, se tournera bientôt tout entier vers le lucre, pour nous démoraliser et nous abrutir.

Ainsi prévenus, pénétrons donc dans le trop petit salon réservé à la joaillerie. La vitrine qui, au point de vue artistique, a le plus attiré notre attention, est celle de M. Duron. M. Duron, fabricant-bijoutier, nous aurait prouvé, si nous ne le connaissions depuis longtemps comme un artiste très-distingué, qu'il pouvait faire plus encore que ce que son métier lui permettait de faire. Se lançant en effet dans la voie des Ch. Wagner, des Froment-Meurice, des Morel et des Rudolphi, M. Duron a exposé autant de petites merveilles artistiques que d'objets.

Après avoir fait de nombreux essais et d'énormes sacrifices, M. Duron est parvenu à fabriquer des émaux, qui ne le cèdent en rien aux émaux de la Renaissance.

Pour que l'on puisse bien se rendre compte des difficultés de cet art, il nous paraît indispensable d'entrer dans quelques détails de fabrication. L'émail est une substance opaque, vitreuse, que l'on peut colorer à l'aide de certains oxydes ou de certains sels métalliques. On prépare un émail qui entre dans la composition de tous les autres émaux, en chauffant au rouge, au contact de l'air, un alliage de 25 parties d'étain et 100 parties de plomb. La surface se recouvre promptement d'une matière jaune; on enlève cette écume, on la pulvérise et on la lave : on obtient ainsi une poudre appelée calcine. La calcine est ensuite mélangée avec du sable siliceux et du carbonate de potasse; puis le mélange est porté à une température suffisante pour en commencer la fusion. La fritte ainsi obtenue sert de base à tous les émaux.

Pour préparer l'émail blanc, on mélange cette fritte avec du peroxyde de manganèse, et on porte à une température assez élevée pour en déterminer la fusion complète. On coule ensuite dans l'eau et on pulvérise. Cette opération est répétée trois ou quatre fois avant que l'émail ne soit livré au commerce. Venise fournit la plus grande quantité de l'émail appliqué sur les métaux;

M. Lambert, à Sèvres, fabrique avec beaucoup de succès un émail de qualité supérieure.

L'émail ne peut être appliqué que sur l'or, l'argent et le cuivre; mais c'est surtout l'or que l'on choisit pour les émaux artistiques. L'or à émailler doit être au titre de 0.917 pour les émaux transparents. Ce titre pourtant peut être abaissé, puisqu'on émaille beaucoup à Paris et surtout à Genève, où se fabriquent des émaux remarquables pour les fonds de montres, avec de l'or à 0.750. Mais il s'agit ici d'émaux opaques. Les Allemands emploient même de l'or à un titre encore inférieur. Souvent on dispose la plaque métallique de manière qu'elle présente un filet ou bordure pour retenir l'émail, et on la décape dans une dissolution de potasse. Cette plaque est d'abord lavée avec de l'acide acétique étendu d'eau, puis à l'eau pure et parfaitement essuyée. L'émail est ensuite pulvérisé dans un mortier en agate, dans lequel on ajoute de l'eau pour en former une pâte, qui est disposée sur les parties à émailler. On laisse sécher à l'air libre. Les objets émaillés sont disposés sur une plaque en tôle, puis chauffés dans un fourneau à moufle, où doit s'opérer la fusion de l'émail. On retire enfin avec précaution, pour éviter un trop brusque refroidissement qui amènerait des fissures. Cette même opération est répétée deux ou trois fois pour augmenter peu à peu l'épaisseur de la couche d'émail. On procède ensuite à la peinture avec la pointe d'un pinceau, comme pour la miniature ordinaire. L'artiste peut retoucher son œuvre aussi souvent qu'il le veut, mais chaque fois il doit reporter l'objet au feu.

Telles sont rapidement décrites les différentes phases de l'art de l'émailleur. Après ce court aperçu, il nous paraît possible d'entrevoir les difficultés à vaincre avant d'arriver au succès. Les anciens ont fait usage des plaques émaillées; dès le treizième siècle, Limoges avait acquis une grande réputation pour ses émaux sur métaux. La Renaissance nous a laissé des émaux remarquables, surtout par la perfection du dessin et du clair-obscur. Peu après cette époque, cet art était tombé en décadence, et vers la fin du dix-huitième siècle la peinture sur émail avait presque complétement disparu, pour faire place à la peinture sur porcelaine.

De nos jours, les émaux semblent reprendre faveur, grâce au talent de quelques artistes habiles, parmi lesquels nous sommes heureux de citer *M. Duron*, avec les preuves à l'appui de ce que nous avançons.

Parmi les objets d'art exposés dans la vitrine de M. Duron, nous avons d'abord admiré une aiguière en sardoine orientale, dont nous reproduisons le dessin (fig. 1, page suivante) à une plus petite échelle, puisque la hauteur totale de ce vase est de 0m.25. Cette aiguière appartient actuellement à M. Fould.

La partie supérieure de ce bijou formait autrefois un vase et le bas appartenait à une coupe d'un très-joli modèle. Ces deux fragments réunis, après avoir été modifiés par le lapidaire, composent une imitation d'une des pièces les plus remarquables de la collection du Louvre. La copie peut, à tous égards, très-bien supporter la comparaison avec l'original. Le pied de ce ravissant objet est formé de feuilles émaillées en vert et blanc : ces couleurs principales sont animées de rose et nervées de noir avec un goût parfait. Les deux portions différentes du vase sont reliées par une bande émaillée, avec deux entrelacs en saillie sur tout le périmètre ; au milieu ressort un ornement très-léger, et en même temps bien accentué, représentant une coquille. De cette bande, et au-dessous d'un masque qui lui sert de base, s'échappe une anse d'une courbure très-heureuse, essentiellement composée d'un buste de femme avec figurine. Ce buste, qui semble sortir d'une riche corne d'abondance, est émaillé aux couleurs naturelles de la chair, et les cheveux ont conservé le brillant éclat de l'or. Deux

ailes émaillées, aux reflets scintillants, relient les épaules de cette statuette au goulot de l'aiguière. Une tête de bélier, ronde-bosse, repoussée et émaillée, indique la naissance du goulot en or poli à l'intérieur. A l'extérieur, des feuilles en relief, finement dessinées, entourent une tête de satyre d'un excellent coloris et d'une expression très-énergique.

Fig. 1.

Il est incontestable que dans les diverses phases d'une telle œuvre, M. Duron nous a montré l'art de l'émailleur, l'art du lapidaire, l'art du graveur et l'art du bijoutier dans leur plus haute perfection. Pour reproduire ce remarquable bijou, l'artiste a dû rechercher les procédés employés par nos pères, ou y suppléer par des procédés nouveaux, dont l'exécution ne laisse rien à désirer.

Nous signalerons, dans la même vitrine, un vase en onyx oriental, d'une hauteur un peu moindre que l'aiguière décrite. Nous en donnons le dessin (fig. 2).

Les émaux qui forment le pied et les anses rappellent le travail des émailleurs de la Renaissance. Le goulot est en or émaillé, et l'artiste est parvenu à imiter l'onyx du vase si parfaitement, qu'à première vue on croirait ces deux parties faites de la même matière; les veines émaillées sur le goulot, les reflets habilement ménagés rendent l'illusion complète. La forme générale est très-élégante ; les anses sont deux bijoux artistement dessinés et finement travaillés.

D'après l'indication placée au bas de ce vase, il appartient à M. Morrisson, de Londres.

Fig. 2.

Près de ce vase, mentionnons une coupe, dont nous avons pu prendre le croquis (fig. 3, page suivante). Cette coupe est en agate, avec deux anses émaillées qui partent chacune d'un diadème couronnant une tête de vieillard parfaitement exécutée. Nous avons admiré la forme gracieuse du profil de la coupe, à gorge légèrement renflée, et le fini des émaux qui se rapprochent de plus en plus des émaux de la Renaissance. Ce bijou a été commandé par M. Morrisson, de Londres.

Le cadre de ce compte rendu ne nous permet pas de décrire au complet tous les objets exposés par M. Duron. Nous terminerons en notant quelques-unes des pièces les plus remarquables. Sur l'un des côtés de la vitrine est placé un vase en cristal de roche d'une très-grande pureté. Le piédouche et les attaches de l'anse ont été pris dans la masse, de manière à produire un ensemble très-gracieux. M. Duron a exposé un second objet en cristal de roche, une coupe dessinant la forme d'un oiseau. Cette coupe, qui appartient à M. Fould et qui, primitivement, avait été taillée par des artistes du seizième siècle, a été confiée à M. Duron pour la modifier. La nouvelle monture, en même temps que très-simple, est aussi très-élégante. Elle consiste en deux guirlandes émaillées sur or, qui se relient au pied, composé de feuilles émaillées en vert avec grains en émail blanc.

M. Duron a exposé deux pièces en lapis-lazuli. On voyait autrefois à la collection Pourtalès un bloc très-beau de lapis, d'une nuance bleue remar-

quable. Ce bloc a été transformé par M. Duron, qui a su, en mélangeant des émaux d'une grande finesse, former une combinaison des plus heureuses de l'or, de l'émail et du lapis-lazuli. En outre, deux rangées de perles encadrent la partie moyenne et lui donnent du relief. Cette partie est composée d'oves assez larges très-bien dessinées. Le goulot, qui est aussi en lapis, est rehaussé d'un masque en émail d'une belle expression.

Fig. 3.

La seconde pièce en lapis est une coupe d'une forme très élégante Le couvercle est surmonté d'un support en lapis, qui sert de base à une statue en or fin émaillé de la plus grande finesse. Le pied de la coupe qui est en émail, en rubis et lapis, s'harmonise gracieusement avec l'ensemble.

Nous ne pouvons quitter cette vitrine, sans encore signaler deux vases en sardoine orientale. Le premier est une coupe ovale; la nature de la pierre est vraiment remarquable, et produit un excellent effet. La monture est simple, et le dessin d'un fort bon goût. Deux dauphins en or entrelacés supportent la coupe par leurs nageoires inférieures.

Enfin, le second vase est une petite buire de même matière, qui appartient actuellement à la princesse de Sagan. La pierre est très-belle, et nous prouve la perfection du travail du lapidaire. L'anse représente un serpent émaillé bleu de ciel, d'une nuance très-douce; des écailles d'un beau noir, avec de légers tons jaunes, font mieux ressortir encore la couleur principale.

Après ce rapide examen, il nous est facile de conclure que l'exposant a perfectionné l'art de l'émailleur abandonné et perdu depuis près de deux siècles, et que ses émaux rivalisent aujourd'hui avec les émaux de la Renaissance. Nous assistons, pour nous servir d'une expression d'un haut personnage, A LA RENAISSANCE DE LA RENAISSANCE. L'art du lapidaire, délaissé depuis longtemps aussi, a reçu une nouvelle impulsion. L'art du bijoutier brille dans chacune des pièces que nous avons décrites, et nous montre tout le parti que les beaux-arts peuvent tirer des métaux précieux. Enfin, l'art du graveur joue un rôle important. M. Duron a donc, dans son exposition, réalisé les progrès les plus complets dans les différentes parties qui se rattachent à la bijouterie.

Étudions maintenant les objets qui appartiennent à la joaillerie proprement dite.

La vitrine la plus riche est celle de M. Bapst. Tous les objets exposés sont remarquables par la perfection du travail, la beauté des pierres et le goût avec lequel elles sont montées. En examinant de près chacune de ces pièces, on peut reconnaître qu'elles ont été dessinées avec beaucoup de talent, et qu'en France, au moins dans l'art de la joaillerie, la science du dessin n'est pas aussi délaissée que l'ont prétendu certains membres du jury à l'Exposition de Londres en 1862. Dans la vitrine de M. Bapst, nous avons surtout remarqué une parure en émeraudes, brillants et perles, d'une excessive richesse. Non-seulement nous notons cette parure pour sa richesse, mais encore pour l'excellente harmonie des différents éléments qui la constituent. Le goût n'est pas aussi en décadence que bien des pessimistes le prétendent. Si certaines personnes se laissent séduire par la seule valeur intrinsèque des bijoux, il en est encore beaucoup d'autres qui savent apprécier la légèreté dans la monture, l'habileté dans l'agencement des pierres. Or toutes les pierres de la parure exposée par M. Bapst sont montées avec un goût parfait : le métal disparaît pour laisser aux pierres tout leur éclat, et tous leurs feux. Toutes ces pierres sont d'ailleurs remarquables par la pureté qui donne à leurs facettes un jeu des plus brillants. Nous signalerons encore aux visiteurs une bague avec un diamant noir d'une grandeur extraordinaire. Le diamant noir n'est certainement pas le plus beau, mais celui-là est remarquable par ses dimensions. Nous croyons inutile d'insister davantage sur l'exposition de M. Bapst ; la réputation justement méritée de cette maison le place au premier rang parmi les joailliers de Paris.

M. Rouvenat, dont nous nous rappelons parfaitement l'exposition de Londres, en 1862, offre une des vitrines les mieux garnies en pièces remarquables, qui prouvent hautement les progrès de la joaillerie française depuis cette époque. Nous avons distingué de suite un bouquet de lilas en brillants, à tiges mobiles. Les pierres, qui sont fort belles, sont groupées très-naturellement et parfaitement mouvementées. Ce bouquet, dont les différentes pièces s'agitent au moindre mouvement, sera certainement d'un effet merveilleux quand il sera porté par une de nos dames élégantes, et nous ne doutons pas que, tout en appréciant la valeur vénale des pierres, on n'apprécie justement le talent et le goût qui ont présidé à l'exécution de cette fleur. Plusieurs bandeaux et quelques bracelets d'un goût original, très-bien travaillés, d'une excessive légèreté, se détachent de l'ensemble, et, tout en attirant vivement l'attention, ne dérobent pourtant pas aux regards des visiteurs un ravissant miroir dont le cadre en or est rehaussé d'ornements en brillants très-bien exécutés. Nous devons mentionner encore plusieurs bijoux de fantaisie d'un goût parfait, parmi lesquels nous indiquons une broche d'un très-joli effet, et un collier remarquable par le fini du travail. Ces pièces de la bijouterie proprement dite, représentent à l'Exposition de 1867, les derniers progrès accomplis dans cette partie spéciale de l'orfèvrerie.

M. Mellerio expose un saphir taillé accompagné de deux saphirs cabochons de dimensions très-rares. Ces pierres, que les Anglais affectionnent particulièrement, sont irréprochables. Nous avons fixé surtout notre attention, dans cette vitrine, sur un bandeau de perles et brillants, forme coquille, accompagné de pendeloques. Ce travail, digne d'éloges, offre un ensemble bien mouvementé. Citons aussi une parure en perles noires avec des brillants qui fait le plus grand honneur au fabricant, et qui rappelle la spécialité de cette maison pour les colliers en perles. Une branche de fougère en brillants très-bien groupés, et une plume en diamants s'ajoutent encore aux bijoux parfaitement exécutés par l'exposant.

M. Baugrand a placé dans sa vitrine une délicieuse broche ruban et un collier ruban avec une émeraude cabochon, le tout bien monté et heureusement mouvementé. Ces pièces, qui sont très-riches, joignent au bon goût et à l'élégance du dessin le fini du travail. Deux bandeaux d'une bonne exécution, quelques pièces d'orfévrerie et un paon en brillants et pierres de couleur, monté sur une perle, méritent d'être examinés avec soin.

Les diamants de la princesse de Mouchy sont exposés par M. Ouizille-Lemoine. Au milieu de ces riches parures, il faut surtout remarquer une coiffure à cinq étoiles, parmi lesquelles se trouve, pour nous servir du langage des astronomes, une étoile de première grandeur. Cette pierre, qui possède la taille du régent, pèse 35 carats, et est évaluée à 200,000 francs environ. Une autre parure en émeraudes cabochon, presque sans défaut, doit être certainement d'un grand prix. Mais tous ces bijoux, qui ont été consciencieusement travaillés par le fabricant, manquent peut-être de légèreté. Le plus grand nombre des pièces de cette vitrine ont été exécutées par M. Crouzet, un de nos plus consciencieux et de nos plus honorables fabricants.

M. Massin possède une des plus remarquables vitrines, par le goût des objets exposés et le fini apporté dans leur exécution. Toutes les pièces composées, dessinées et mises en œuvre par ce fabricant ont été montées avec talent et copiées avec un rare succès sur la nature même. Quel charmant bijou que cet oiseau en brillants et pierres de couleur! Combien le mouvement du corps est gracieux, et quelle pureté dans les contours extérieurs! Quel harmonieux agencement dans toutes les pierreries! Puis, remarquez cette éblouissante coiffure boutons de rose; les feuilles du bouquet sont en brillants; les boutons sont formés par des perles de corail rose d'une fort belle nuance. Ces fleurs sont groupées aussi naturellement qu'on peut l'espérer avec de telles pierres; elles forment un ensemble simple, gracieux et élégant. Une branche de marguerite très-bien mouvementée, une plume parfaitement réussie et un scarabée très-habilement monté retiennent le visiteur auprès de cette vitrine, que nous ne voulons pas quitter sans en décrire la pièce capitale. Cette pièce est un diadème très-remarquable en brillants et pierres de couleur. Des chaînes en pierres fines tombent délicatement de ce bandeau, pour former un collier autour du cou, et constituer un bijou d'un goût fort original, monté dans le genre oriental. Nous signalons donc tout particulièrement cette vitrine à nos lecteurs et surtout à nos lectrices, qui passeront là, nous en sommes certain, quelques instants agréables.

LES ANIMAUX DOMESTIQUES

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

PAR M. EUG. GAYOT,
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE ET CENTRALE D'AGRICULTURE DE FRANCE.

I

Les races spécialisées pour la boucherie. — La viande et la graisse.

Le huitième groupe de la classification officielle des objets admis à l'Exposition comprend, dans les six classes, chiffrées de 75 à 80, les animaux vivants ainsi divisés : 1° *animaux aidant l'homme dans ses travaux*; 2° *animaux sujets à l'engraissement pour servir à la nourriture de l'homme.*

Cette distinction laisse sans doute beaucoup à désirer. Cependant, elle n'a rien de gênant; elle se prête à tout ce qu'on veut; elle n'a aucune exigence; elle ne présente de difficultés d'aucune sorte. Du reste, on peut ne s'y soumettre, pour l'étude, que dans les limites que l'on entend s'imposer à soi-même. Ainsi feraije pour ce qui me concerne et, sans autre préambule, je commence.

L'exposition des animaux domestiques, comme celle de tout ce qui rentre dans le domaine de l'agriculture dont ils constituent le capital vivant, est singulièrement scindée. Non-seulement il y a des animaux au Champ de Mars et à l'île de Billancourt, mais par occasion les visiteurs en ont trouvé à l'esplanade des Invalides et à Poissy. Sur ces deux points deux spécialités ont attiré l'attention ou la curiosité publique et invité les visiteurs à des études d'un grand intérêt national et social, de nature à compléter celle que provoquent la recherche plus ou moins pénible et l'examen plus ou moins facile des autres. Ça été une bonne fortune toute particulière, car les concours de Poissy et de l'esplanade des Invalides, étrangers et pourtant mêlés à l'Exposition universelle, ont présenté un ensemble que ne réussissent point à réaliser, que ne montrent pas au public les exhibitions partielles et successives de Billancourt, cette île escarpée et sans bords, dirait un poëte, où nul n'a pu arriver qu'à travers mille empêchements et à prix excessifs, ce qui est un peu rude en ce temps de communications rapides et de prix réduits. Les vices de l'organisation de Billancourt auraient dû tout au moins se trouver corrigés par des facilités de toutes sortes. C'est le contraire qui a été au commencement; c'est le contraire qui est encore. Sous ce rapport, les choses sont à rebours, et c'est très-regrettable à tous les points de vue : — au point de vue des exposants dont les efforts ne sont point appréciés comme ils méritent de l'être; au point de vue de l'Exposition qui n'attire pas autant qu'il le faudrait; au point de vue des intérêts généraux, car la production animale de la France, n'apparaît pas dans son véritable cadre. Elle ne donne là, en effet, qu'une idée très-médiocre, par trop inférieure aussi de nos richesses, et

nous en sommes froissés nous tous que le sujet intéresse ou occupe, nous en sommes froissés dans nos sentiments patriotiques. C'est être deux fois inhabile et maladroit que de faire tourner contre soi les conséquences d'une grande exhibition publique, lorsque les moyens de la faire honorable et brillante étaient partout sous la main, lorsque tous les éléments d'un succès complet s'offraient de toutes parts et ne demandaient qu'à se produire.

Cette fois encore, comme toujours et partout, l'agriculture n'a point à se louer, l'agriculture n'a qu'à se plaindre des faiseurs qui s'imposent et qui lui font la loi : — *dura lex....*

L'ordre chronologique nous met en face du bétail gras. C'est donc par lui que commencera cette revue.

Chaque quinzaine voit, à Billancourt, une exposition nouvelle, différente, spécialisée. J'aurais, pour mon compte, quelque penchant pour ce mode, mais à une condition : c'est qu'il serait un tout complet; c'est qu'il embrasserait, pour les étreindre utilement et sérieusement, tous les points d'une même question, tous les développements d'un même sujet, tous les détails d'un ensemble, afin que l'étude puisse aller de la cause à l'effet ou de celui-ci à celle-là.

Je ne comprends pas le retour routinier des concours ou des exhibitions qui n'ont plus rien à apprendre à personne, qui se traînent sans variations dans l'ornière du passé et sans plus se soucier des conquêtes qui restent à faire, des progrès qu'il importe de réaliser encore.

Tels qu'ils ont été organisés il y a une trentaine d'années, les concours de bétail gras ne nous apprennent plus rien aujourd'hui; on le sait et on n'en tient pas compte tant on trouve commode et simple de ne rien changer à ce qu'on a pris la douce habitude de faire. Il y a trente ans, on s'était proposé de démontrer à la pratique de l'engraissement qu'elle était par trop arriérée; que la bonne préparation des animaux de consommation a des règles économiques, à peine soupçonnées alors en France, où l'engraissement ne prenait le bétail qu'à un âge très-avancé, à une époque de la vie où les tissus ont contracté la rigidité de la vieillesse, où la fibre musculaire, dure et coriace, n'a plus les qualités les plus agréables au goût ou les plus profitables au consommateur, où la formation de la graisse est lente et dispendieuse.

L'enseignement qu'on demandait aux concours était bien déterminé. On voulait prouver à la pratique qu'elle aurait intérêt, profit par conséquent, à raisonner mieux ses opérations, à spéculer sur des animaux plus jeunes et mieux doués, et que, donnant cette bonne direction à ses travaux, la population des bêtes de rente se modifierait très-heureusement dans le sens de l'aptitude la plus large à produire de la viande grasse, de qualité supérieure, à un prix de revient moins élevé, à un prix de vente plus avantageux.

La production se prêta volontiers à suivre une voie qu'on lui disait devoir être si profitable. Elle se mit résolûment à l'œuvre, engraissa des animaux plus jeunes, opéra sur des races plus précoces dont la population se renouvela plus vite dans les étables, et obtint réellement de meilleurs résultats, soit une viande plus tendre, plus juteuse, plus succulente, plus alibile. L'a-t-elle obtenu à plus bas prix et gagne-t-elle plus à la vente? Cette partie du problème est restée dans l'ombre, mais sa solution se complique de questions diverses tout à fait indépendantes du prix de revient et qui pèsent néanmoins sur les cours au jour de la vente. Elles sont d'ordre économique et s'appellent : organisation des marchés d'approvisionnement des villes, constitution de la boucherie dans les grands centres de consommation, octrois, abattoirs, que sais-je ?

Quoi qu'il en soit, les concours du bétail gras ont été un stimulant utile et favorable à la production plus abondante de la viande ; ils ont attiré l'attention de

l'élevage sur des races perfectionnées dans le sens de la boucherie, ils ont poussé à leur adoption et à leur multiplication ; ils ont surtout imprimé une meilleure direction à l'élève des races indigènes dont les qualités mieux développées sont bien mieux appréciées aujourd'hui qu'elles ne l'ont jamais été ; elles les ont fait valoir, elles les ont mises en honneur, plus encore en Angleterre qu'en France ; tandis que, par un résultat inverse, les anciennes races si perfectionnées, croyait-on, de nos voisins, ont très-notoirement perdu dans l'estime des Anglais eux-mêmes.

Ceci mérite un examen tout particulier et nous conduit à étudier ces deux points spéciaux : — précocité et production de la viande.

Lorsqu'un animal est parvenu à son entier développement, lorsque sa croissance est achevée, on dit qu'il est adulte.

L'état adulte correspond à la période de la vie où l'animal est en pleine possession de lui-même, en toute sa puissance, où ses aptitudes ont le plus d'ampleur et donnent le plus d'effet utile. Limitant le fait aux races élevées exclusivement en vue de l'alimentation de l'homme, l'état adulte correspond à la maturité absolue ou achevée, à une sorte de perfection spécifique pour chaque espèce.

Le nombre de semaines ou de mois nécessaires à un animal, pour atteindre à son complet développement, varie suivant les espèces, et, dans chaque espèce, suivant certaines conditions qu'il faut rapporter aux circonstances de l'élevage, aux divers facteurs de l'animalité. Cela revient à dire que, étant donnée une durée moyenne de l'accroissement, chez certaines races, cette durée peut être naturellement ou plus courte ou plus longue. Elle peut être raccourcie, grâce à de certaines attentions, à de certains procédés, qui puisent leurs moyens d'action dans l'abondance et la richesse de l'alimentation, abondance et richesse qui aident à l'expansion de la puissance nutritive et, dans tous les cas, lui fournissent les matériaux d'assimilation que son énergie peut utiliser au profit d'un développement plus rapide du corps et de son complet achèvement dans un laps de temps plus court. Elle peut être prolongée, au contraire, en ne fournissant à l'économie que des matériaux insuffisants, auquel cas le développement sera plus lent et l'achèvement plus tardif.

Je viens de dire les causes et les effets de la précocité, les causes et les effets de la tardiveté ou de la lenteur de la croissance chez les animaux. Celle-ci et l'autre sont dans la main de l'éleveur ; elles deviennent caractères de races, lorsque les habitudes de l'élevage les généralisent, et il en résulte ceci, à savoir : les races qu'on a insensiblement conduites à la précocité souffrent et se détériorent, lorsqu'on ne leur donne pas en raison des exigences qu'on a développées en elles, et les autres n'avancent pas vers la perfection, tant qu'on n'ouvre pas en elles tous les appétits qui leur permettraient d'utiliser, à grand résultat, des facultés productives non encore éveillées ou perfectionnées.

Il faut ajouter bien vite, pour achever de définir et de caractériser la précocité, cette autre considération importante : pour être obtenue rapidement, sans lenteur, sans perte de temps ni de matériaux, la précocité ou l'achèvement de l'individu n'en est pas moins un résulat complet, car c'est la maturité vraie, effective, rationnellement poursuivie et conquise dans les limites de temps les plus étroites. Ce qui la distingue donc, c'est à proprement parler la maturité obtenue avant l'époque ordinaire où l'animal parvient à l'état adulte. J'insiste, car il y a un autre état qui simule celui-ci et que j'appellerai la prématurité ou la hâtiveté, dont il faut la séparer avec soin. Une définition devient donc nécessaire.

La prématurité donne l'idée très-nette d'une maturité forcée ; elle exprime le

fait d'une fausse maturité, plus apparente que réelle ; c'est, au fond, un résultat contre nature. Si le développement précoce est en deçà de l'ordre commun, pour ainsi parler, la croissance prématurée est contre l'ordre naturel. La précocité résulte de la célérité et de l'antériorité ; le propre de la prématurité est la précipitation et l'anticipation, deux oppositions à la perfection, car elles ne laissent au produit ni le temps d'acquérir toute sa valeur, ni les moyens de réaliser toutes les perfections inhérentes à la maturité naturelle. Sans être tout à fait cela, la hâtiveté s'en approche beaucoup, car elle a pour propres la diligence et la vitesse, et pour conséquences des qualités atténuées ou affaiblies. Parmi les précoces, les hâtifs ne sont pas les meilleurs, mais les moindres. On en jouit plus tôt, là est la seule compensation qu'on en attende, très-petit avantage en l'espèce, si effectivement avantage il y a.

Ces deux états, très-distincts, sont caractérisés chez l'animal vivant par un signe extérieur ou apparent, certain, infaillible, coïncidant avec des phénomènes ou des propriétés intérieures, profonds, non moins certains, mais seulement bien appréciables sur l'animal abattu et dépecé. Heureusement, le signe extérieur suffit et fait pleine raison en tout état de choses. On peut donc s'y tenir et s'en rapporter exclusivement à ses manifestations infaillibles, je le répète. Il est fourni par la seconde dentition, c'est-à-dire par la sortie naturelle ou l'éruption achevée des dents de remplacement.

Il faut étudier ce phénomène et lui accorder toute confiance, car il a une très-réelle signification.

Dans l'*espèce bovine*, la sortie des dents de remplacement se fait aux époques suivantes :

	Développement tardif.	Développement moyen.	Développement précoce.
Les pinces sont remplacées à.	27 mois.	24 mois.	21 mois.
Les premières mitoyennes, à.	36 —	33 —	27 —
Les deuxièmes mitoyennes, à.	48 —	39 —	33 —
Les coins, à.	60 —	45 —	39 —
Dans l'*espèce ovine* :			
Les pinces sont remplacées à.	16 mois.	15 mois.	12 mois.
Les premières mitoyennes à.	30 —	24 —	18 —
Les deuxièmes mitoyennes, à.	42 —	33 —	27 —
Les coins, à.	54 —	38 —	36 —

Chez les animaux de l'espèce bovine, l'état adulte se manifeste :

A 3 ans 3 mois, dans les conditions de précocité extrême, plus exceptionnelle que générale, beaucoup plus générale jusqu'ici en Angleterre qu'en France ;

6 mois plus tard, à 3 ans 9 mois, dans des conditions de précocité moyenne ou normale, desquelles il y aurait tout avantage à approcher la population entière de l'espèce en tous pays ;

A 5 ans seulement, chez les bêtes les plus tardives ou les plus arriérées, relativement aux conditions d'élevage les mieux entendues. C'est encore la situation la plus générale dans une partie de la France.

La précocité extrême est un excès, une exagération ; elle touche de trop près à la prématurité, à cette maturité fausse qu'il faut soigneusement éviter, car elle ne donne aucune satisfaction et coûte plus qu'elle ne rapporte. La tardiveté exagérée est une erreur économique très-préjudiciable aux intérêts de l'éleveur ; mais elle ne porte pas la même atteinte aux animaux, car elle laisse entière leur bonne constitution que modifient et transforment les effets de la prématurité, la très-proche voisine de la précocité extrême.

Résultats et conséquences sont absolument les mêmes dans les animaux de l'espèce ovine. Inutile de les faire ressortir davantage ici, dans une note qui doit rester sommaire.

On peut en dire autant en ce qui concerne l'espèce porcine. La pratique connaît ici également les hâtifs, les précoces et les tardifs. Ces derniers arrivent à l'état adulte un an plus tard que les plus précoces, résultat à noter en ce que, sur 90 mois employés à parfaire, dans la mesure du possible et plus ou moins difficultueusement, trois animaux de race tardive, l'éleveur trouverait le temps d'en perfectionner cinq plus complétement et plus économiquement.

Devancer de la sorte, sans efforts extraordinaires, sans dépenses improductives, sous l'impusion libre et accrue des forces ordinaires de l'organisme, l'époque naturelle de l'achèvement de l'individu, lui faire acquérir d'une façon normale et régulière toute sa maturité et les meilleures conséquences de cette dernière, tel est le résultat assuré de la précocité bien comprise et intelligemment menée, tel est le *desideratum* à réaliser ; car, en deçà comme au delà, il y a perte quelconque plus ou moins forte pour le producteur, sans compensation, sans utilité, sans avantage pour le consommateur.

Pour bien faire comprendre toute ma pensée, je dois encore parler de la puissance d'assimilation et la bien distinguer de la précocité, car ce ne sont pas mêmes choses.

La précocité n'a qu'un but : conduire naturellement et par les voies rapides à l'état adulte. La puissance d'assimilation n'a aucun souci de ce résultat. Elle pousse ses effets si vite, si loin, si prématurément, que l'animal n'a pas le temps de mûrir. Elle développe hâtivement certains tissus au détriment de plusieurs autres qu'elle n'a pas le loisir de perfectionner et que, par cela même, elle oublie et néglige. Aussi la machine se transforme sous l'influence d'une élaboration très-suffisante aux systèmes cellulaire et adipeux ; très-insuffisante, au contraire, à la fabrication de l'os et de la chair.

C'est ainsi qu'on voit arriver en triomphateurs, dans les concours ouverts au bétail gras, des « bœufs » de 20 à 25 mois, tandis que les plus précoces n'arrivent à l'état adulte qu'à 39 mois, soit encore de 14 à 19 mois avant l'époque de la maturité effective.

A 18 mois, au plus tôt, apparaît l'état adulte chez le porc. Eh bien ! les prix d'honneur ont été souvent décernés à des animaux d'un an. Ils récompensent alors des erreurs économiques d'une part, et d'autre part des fautes contre la bonne direction à imprimer à l'élevage soucieux de conserver aux races les conditions de vitalité les meilleures.

C'est à ce point de la question que se présente la production de la viande, second terme de la proposition que j'étudie.

Chez les races au développement lent et tardif, chez les bêtes par trop arriérées, c'est le système osseux, ce sont les os qui prédominent dans la machine animale. Cette assertion est exacte ; elle ne me paraît susceptible d'aucune controverse. Les os sont développés, volumineux jusqu'à l'exagération, dans tout animal alimentaire quelconque, dont l'abondance et la qualité choisie de la nourriture ne raccourcissent pas le temps ordinaire de la croissance libre. Alors, par un résultat inverse, la chair est relativement dans une proportion limitée, et bien plus encore le tissu adipeux, la graisse. Ce sont, en un mot, des races maigres et de difficile engraissement que les races ossues, celles en qui le système osseux est prédominant.

En traitant les races de façon à développer en elles plus d'activité nutritive, une plus grande puissance d'assimilation, on les fait plus précoces, et l'on change assez rapidement la proportion des éléments constituants de l'organisme.

L'os diminue de poids et de volume au profit des chairs et du tissu cellulaire, mais plus au profit de l'abondance de la viande proprement dite. Celle-ci s'entoure plus facilement de graisse que la viande des races ossues, mais elle reste le produit prédominant et donne à l'animal sa caractéristique ; elle constitue les races charnues.

En poussant ces dernières plus loin dans la même voie, on arrive très-sensiblement à la précocité. En cet état, le squelette a très-notablement diminué ; les chairs se sont encore développées, au contraire, mais plus fortement le tissu adipeux que le système charnu. L'engraissement est donc extrêmement facile, et l'on sent, au résultat qui se produit sous l'influence d'une alimentation d'ailleurs appropriée, qu'en faisant un pas de plus dans la même direction, on arriverait vite à l'exagération, à la précocité extrême, puis immédiatement à la prématurité, état dans lequel le tissu adipeux domine au point que la viande a diminué en quantité et en qualité, comme précédemment s'était effacé en très-grande partie l'os pour faire place à la viande. Alors, de charnue qu'elle était, la race est devenue successivement adipeuse et ultra-adipeuse. C'est la condition, très-inférieure sous le rapport alimentaire, des triomphateurs des concours de bétail gras, bœufs, moutons, porcs, volailles.

On a dit que c'était là l'exception et que l'exception ne tire pas à conséquence. Le fait proteste contre l'assertion volontairement erronée des enthousiastes du veau par trop gras. Quoi qu'on fasse, à quelque degré d'engraissement qu'on pousse les animaux de constitution ossue, ils restent osseux. Quoi qu'on fasse pour faire maigrir les animaux des races ultra-adipeuses, on ne réussit pas à leur donner de la chair ; ils sont constitués de tissu adipeux ; adipeux ils sont de naissance, adipeux ils restent et resteront. Impossible avec eux de faire en quantité proportionnelle de la viande de bonne qualité, un aliment normal et de haut goût ; on obtient de la graisse en abondance, et la qualité de cette dernière baisse en raison de son accumulation disproportionnée.

Ceci est le résultat de l'exagération, résultat dû au désir de remporter la palme, non plus seulement dans les concours gras, mais aussi dans les concours d'animaux reproducteurs.

Le mal est considérable en Angleterre, où ces modes d'encouragement ont été plus anciennement adoptés qu'en France. Au delà de la Manche, en effet, toutes les races perfectionnées pour la boucherie ont dépassé la prédominance charnue et sont arrivées à l'exagération adipeuse. Ce sont les Anglais eux-mêmes qui le constatent en donnant la préférence à ceux des animaux de consommation qu'ils viennent acheter sur nos marchés.

Quant à nous, nous possédons des races précoces qu'il ne faut pas pousser au delà de leur condition actuelle, car elle est à peu près la perfection ; nous en avons d'autres qui sont encore arriérées, plus ossues que charnues ; nous ferons bien de les avancer vers leur point de perfection le plus compatible à la fois avec le goût du consommateur et les intérêts de l'élevage. Mais il est grand temps déjà de solliciter et d'obtenir la réforme des conditions d'âge des concours de bétail gras. Les plus jeunes devraient avoir au moins l'âge auquel se montre l'état adulte chez les plus précoces.

J'ai dit les différences qu'il y a entre les principaux animaux alimentaires de l'Angleterre et de la France. Si les races anglaises ont dépassé les limites de la précocité au détriment de la production et de la consommation, au vif regret d'ailleurs, très-hautement exprimé par les Anglais eux-mêmes, il nous importe beaucoup, en France, d'éviter le même écueil, tandis qu'il en est temps encore.

Au moins fallait-il que l'élevage français fût averti. Il ferait mieux encore d'obtenir que, dans les concours d'animaux de boucherie, la limite d'âge ne

descendît en aucun cas au-dessous de l'époque de la précocité extrême, c'est-à-dire :

39 mois pour l'espèce bovine;

36 mois pour l'espèce ovine;

18 mois pour l'espèce porcine.

Au-dessous, en effet, il n'y a plus à penser qu'aux veaux, aux agneaux et aux cochons de lait.

Si bien démontrée que soit l'utilité de cette réforme et si facile qu'elle soit à réaliser, il y a gros à parier qu'elle se fera longtemps encore attendre de la part de l'administration. Pourquoi ? L'administration ne trouverait même pas l'apparence d'une bonne raison à donner en faveur d'une opposition quelconque ou d'un simple ajournement. Sous prétexte de ne pas céder à une pression, à un avis, elle se retranchera dans sa dignité et continuera un *statu quo* qui va à l'encontre du but qu'elle se propose, du seul résultat qu'elle puisse raisonnablement chercher. Le mal ici est que les grands concours ouverts à la spécialité de l'engraissement sont tous en ses mains; elle en fait libéralement les frais et domine la question sans la faire avancer dans le sens rationnel du progrès. Elle a pris nos races à l'état osseux; elle les a conduites à leur condition charnue, puis sans y songer, par esprit de routine d'abord, par obstination ensuite, elle les mène malencontreusement par une pente rapide à l'exagération, à l'état ultra-adipeux.

Les races ossues, fort convenables pour le travail qui est leur lot et auquel elles sont admirablement adaptées, engraissent mal, tardivement et onéreusement. Si elles ne fournissent pas assez de viande à la consommation, elles ont tout au moins fourni toute une carrière utile et d'incontestables profits à l'agriculture, qui les a employées comme moteurs économiques. Elles sont races arriérées en un point seulement, celui de la production abondante et précoce de la viande; leur constitution est solide et leur chair, très-nutritive, est agréable au goût et succulente lorsqu'on ne la laisse pas vieillir outre mesure. Ces dernières remarques s'appliquent aux animaux de l'espèce bovine. Ceux de l'espèce ovine, que l'on consacre exclusivement ou principalement à la production des laines les plus fines, sont également osseuses, vieillissent par nécessité dans leur destination, et sont réellement médiocres à l'abat; lorsque enfin est venu le moment de les sacrifier, ces bêtes sont réellement aux antipodes de l'animal spécialement élevé en vue de la boucherie, mais elles ont eu une autre utilité ; il faut bien maintenant les prendre telles qu'elles sont. Il n'en est plus de même de celles qu'on ne cultive pas spécialement pour leur toison ; celles-ci doivent aller tout droit, par le chemin le plus court conséquemment, à l'abattoir. On les y mène par la route la plus longue, la plus malaisée et la plus chère lorsqu'on les fait ossues, c'est-à-dire lorsqu'on ne pousse pas à leur accroissement rapide, lorsqu'on les nourrit insuffisamment et non substantiellement. Celles-ci constituent des races arriérées au premier chef. Elles consomment beaucoup relativement et pour fabriquer plus d'os que de viande; il faut les condamner d'une manière absolue. Leur nombre tend à diminuer; on n'en voit plus dans les concours d'aucune sorte; elles ont fait place à des bêtes mieux constituées, plus alimentaires, plus aptes à produire économiquement de la viande grasse.

Les mêmes observations s'appliquent aux animaux de l'espèce porcine. A l'époque où ont été institués les concours de bétail gras, la France ne possédait guère que des variétés faméliques et ossues. Elles se sont rapidement modifiées sous l'influence du croisement par des races anglaises très-précoces et très-adipeuses. Les anciennes constituaient les bêtes les plus arriérées qu'on pût ima-

giner. Leur modèle, si complétement défectueux, témoigne de l'abaissement où peut tomber une espèce entière vouée à l'incurie, traitée en dehors de tout sentiment économique ou de tout esprit de spéculation bien entendue.

Je viens de dire le passé de nos trois principales espèces domestiques. Il n'est pas brillant, et certes ne présente rien de regrettable. C'est donc un bienfait qu'elles aient été modifiées ou qu'elles soient en cours de modifications profondes : les unes, par voie de croisements divers, ce sont de beaucoup les plus nombreuses; les autres, par voie de sélection, ces dernières sont en très-petite minorité. C'est aux races anglaises, dites perfectionnées, toutes travaillées dans le sens de l'animal de consommation, toutes spécialisées pour la boucherie ou le saloir, qu'on s'est adressé pour avoir des générateurs capables, des améliorateurs puissants. Les premiers effets de leur intervention ont été extrêmement actifs. Sous leur influence, partout secondée par la richesse et l'abondance du régime, nos vieilles races à ossature lourde, à construction étroite, à la croissance lente, aux formes discordantes, ont fait place à une population nouvelle au squelette amoindri, à la conformation massive et large, à la croissance rapide, aux formes rondes et mieux arrangées, à l'ensemble symétrique et, comme conséquence, au développement charnu. Cet état, si la pratique sait s'y tenir en le bien accentuant dans les principales variétés de nos espèces bovine, ovine et porcine, cet état, en s'affirmant, sera précisément la perfection sous le rapport économique, non moins que sous le rapport alimentaire. C'est à lui que je demande qu'on s'attache systématiquement, afin de ne pas le dépasser.

Aller au delà, c'est l'écueil qu'il faut éviter; c'est l'exagération dans laquelle est tombée l'Angleterre; c'est l'excès qui transforme l'animal charnu, prompt à prendre la préparation la plus convenable pour l'abattoir, et la plus agréable en même temps que la plus favorable au consommateur, en bête adipeuse ou ultra-adipeuse dont la condition écœure, soit qu'on voit l'animal sur pied, soit qu'on en voit les morceaux à la boucherie.

Il s'agit, on le voit, de bœufs et de moutons. En ce qui touche le porc, il y a une distinction nécessaire. Celui auquel on ne demande que de la graisse est dans toute sa perfection lorsque celle-ci domine au point d'avoir réduit la fibre musculaire à sa plus faible proportion, à sa plus simple expression; mais celui qu'on se propose de consommer comme viande et qui doit tenir lieu de celle de bœuf et de mouton n'est plus dans le même cas. Ce dernier doit être essentiellement charnu et non ultra-adipeux.

L'exagération que je signale ici comme un inconvénient, comme un mal, comme une dégénération, a été le fait des concours. C'est pour présenter toujours plus gras les animaux de consommation qu'on les a menés de génération en génération à une condition fatale. Aux premiers qui ont montré l'écueil, on a répondu par le fameux adage : *qui peut le plus, peut le moins.* Eh bien! il est sans application en l'espèce. L'animal qui a été héréditairement façonné pour l'engraissement; celui qui est devenu apte à produire précipitamment et très-abondamment de la graisse s'est proportionnellement appauvri en chair, en viande, comme celui que les circonstances et le régime ont fait héréditairement ossu fabrique plus difficultueusement des muscles, de la viande, et plus difficilement encore de la graisse. A tous les âges, un cochon anglais est gras et peu charnu; à tous les âges, qu'il soit gras ou maigre, un cochon français est charnu. Le régime, aidé du temps, développe et grossit la boule de graisse qui constitue le porc de race anglaise; l'âge et la nourriture grossissent et engraissent le porc de race française; tous deux poussent dans le sens de leurs facultés réciproques : l'un fabrique surtout de la graisse; l'autre fait à la fois de la viande et du lard.

Et voilà comme, pour rester vrais, les proverbes ne doivent pas porter à faux.

Et voilà comme, en dépassant le but qu'ils devaient seulement faire atteindre, les concours de bétail gras sont devenus un danger. Pour obtenir ces animaux de concours, ces bêtes ultra-adipeuses qui constituent des bêtes de consommation très-inférieures, on s'adresse aux plus jeunes et aux plus gras, à ceux qui, dès les premiers mois de la vie, ont montré le plus de puissance nutritive, la plus grande aptitude à fabriquer de la graisse. On les remarque avec satisfaction, on les emploie avec prédilection comme reproducteurs, et l'hérédité, qui n'est pas un vain mot, qui est une loi de nature, accomplit son œuvre : avec des père et mère ultra-adipeux, elle engendre des générations ultra-adipeuses, sans effort, sans miracle, tout naturellement, sans que nous ayons le droit de nous en étonner ni de le trouver mauvais, puisque le résultat obtenu est précisément le résultat cherché. Sans les prix attachés à cette condition, jamais la pratique n'aurait poussé jusque-là ses opérations; elle n'a exagéré ses moyens que pour remporter la palme. Mais par là, elle s'est peu à peu laissé glisser sur une pente fatale, et peu à peu aussi les exceptions du concours se sont généralisées au point que la population entière les reflète aujourd'hui en Angleterre où toutes les races alimentaires ont cessé d'être charnues et sont exagérément adipeuses. Sachons profiter de la leçon; tâchons d'atteindre partout la perfection, et, chose plus malaisée peut-être, sachons-la conserver, ce que n'ont pas su faire les Anglais, ces faiseurs de prodiges que nous ne devons imiter que dans une certaine mesure sous peine de tomber, comme eux, dans une exagération déplorable et condamnable, car il la déplorent et la condamnent.

Des premiers, sinon même le premier, j'ai sur ce point donné l'alarme. Aujourd'hui beaucoup s'imposent la même tâche, et, parmi ces derniers, j'en compte qui, naguère encore, ne soupçonnaient même pas qu'un mal pût naître de ce qu'ils considéraient comme la perfection la plus haute. Leur langage a changé. Il est tout au moins fort instructif et je le propose aux sérieuses méditations des éleveurs judicieux. L'un d'eux, l'un des plus enthousiastes à coup sûr, écrit, à la date du 20 mai dernier, le passage suivant que je lui emprunte, passage très-édifiant et très-significatif. Il s'agit de la recherche et de l'acquisition d'animaux reproducteurs de l'espèce porcine. « En allant, dit-il, trouver un éleveur en renom, un de ces lauréats stéréotypés de tous les concours, on est sans doute certain de trouver de beaux animaux, mais en s'adressant à ces grandes renommées, on encourt deux inconvénients fort sérieux. D'abord on est obligé de payer fort cher, et ensuite on ne puise après tout que dans une porcherie de concours, c'est-à-dire qu'on n'y prend que des animaux qui, à force d'être élevés en vue des concours, finissent par acquérir des vices de constitution qui les rendent tout à fait impropres aux conditions d'animaux de rente. De là les nombreux désappointements qu'on éprouve en achetant des animaux primés dans les concours. Ces animaux ont reçu, non-seulement eux-mêmes, mais leurs progénitures aussi, une espèce de vie factice qui n'est possible que chez les exposants habitués aux soins exceptionnels que ce régime exige; lorsque ces animaux sont transférés dans les conditions ordinaires de la ferme, ils ne tardent pas à faire piètre figure, et puis l'on conclut que c'est la race qui ne vaut rien. Ceci s'applique à toutes les espèces agricoles, mais surtout à l'espèce porcine chez laquelle l'amélioration et l'abâtardissement marchent plus vite que chez les autres animaux.... A côté de ces grands exposants, il y a toujours des éleveurs plus humbles, il est vrai, mais chez lesquels on trouve les races dans toute leur pureté et surtout dans leur état naturel de rusticité. Là les conditions sont tout autres, et si les animaux qu'on y trouve ne sont pas

aussi gras, aussi polis, aussi bien arrangés que ceux des éleveurs à la mode, les résultats qu'on en obtient au bout du compte sont infiniment supérieurs. »

Il est impossible de faire plus complétement et mieux le procès à l'organisation actuelle des concours d'animaux reproducteurs. *Ce n'est pas chez les éleveurs dont ils mettent les résultats en relief qu'il faut aller puiser les éléments de la bonne reproduction.*

L'accusation est formelle; elle ne témoigne pas pourtant, j'ai hâte de le dire, contre l'institution, mais contre les mauvais fruits que lui fait malencontreusement porter une mauvaise direction. Quand on songe aux encouragements relativement considérables qui sont offerts et distribués annuellement dans tous ces concours, qui se ressemblent au lieu d'être très-divers, on ne peut être surpris de l'influence qu'ils exercent sur toute l'économie du bétail. Faites que cette influence soit favorable au lieu d'être nuisible, et vous multiplierez à miracle les bons résultats. Voilà ce que disnet les faits interprêtés par le bon sens et la raison, *vox clamantis in deserto*. Ne nous fatiguons pas néanmoins de le redire : dans un pays comme la France, la raison finit toujours par avoir raison.

Écoutez encore; je ne sors pas de mon sujet. C'est à l'occasion des concours de cette année qu'a été écrit, par M. R. de la Tréhonnais, le passage cité plus haut, extrait du *Journal de l'agriculture* (n° du 20 mai 1867); il en est de même du suivant que je trouve dans la *Revue agricole du Midi* (n° du 16 mai) :

« Il en a été, dit M. Cruzel, des sujets exposés en 1867, à Billancourt, comme dans tous les précedents concours de boucherie : on voit que l'engraissement est poussé jusqu'à la monstruosité. La viande est-elle meilleure au goût et plus salubre? Je ne le pense pas; mais je ne veux pas faire entrer mon opinion en ligne de compte; on dirait que j'ai des idées systématiques, et je tiens à ne pas encourir un tel reproche. Seulement, voici ce qu'en pense M. Isabeau :

« Je suis, dit-il, allé voir les bœufs. Trois autres amateurs avaient pris le « même chemin. La plupart des animaux primés ont été jugés par nous quatre, « d'un avis unanime, outrageusement gras. Quel est le prix de revient de ces « monstruosités vivantes? Quelle sera la valeur gastronomique de leur chair? « Il y a entre autres un bœuf normand, de race pure, que nos invitations réité- « rées n'ont pu decider à se lever. A l'impossible, nul n'est tenu.

« Quelques-uns des moutons primés comme bêtes de boucherie sont tondus, « ce qui permet de voir qu'ils sont affreusement gras. Je défie l'exposant d'en « manger. Harpagon recommande, avec raison, à son cuisinier, de servir à ses « invités de ces mets dont on mange peu, et rassasient d'abord, comme un « haricot de mouton bien gras. Avec les moutons primés à Billancourt, on fera « plus de chandelles que de ragoûts véritablement mangeables. » C'est juste, mais voyons la partie économique :

« Le prix de la viande de ces animaux est, au moins, un tiers en sus plus élevé que celui du suif. Quel avantage trouve donc l'engraisseur à faire tant de suif? Évidemment un bœuf qui pèse 1000 kilos ne fournit pas autant de viande que deux bœufs moyennement engraissés et ne pesant que 500 kilos chacun; d'ailleurs, n'en déplaise aux agronomes qui jugent de la qualité des viandes aux dîners de l'agriculture, sous l'influence de préventions trop favorables aux races précoces, ces viandes des animaux modérément engraissés, qui se sont développés dans des conditions normales déterminées par la nature, sont indubitablement les plus nourrissantes et les plus savoureuses.

« Mais ce qui est plus sérieux, ou plus dangereux si l'on veut, que les préventions des agronomes dégustateurs, c'est la persistance que mettent les exposants d'animaux de boucherie à ne pas indiquer le prix de revient de la viande des animaux gonflés de graisse qu'ils présentent. Comment! on accord e

des primes à l'engraissement, afin, sans doute, d'exciter à la propagation des méthodes les plus propres à produire de la viande au meilleur marché possible, et personne ne saura quel est le prix de revient de ces animaux engraissés à l'excès ? Alors à quoi servent les primes ? Il a été un temps où l'on accordait des récompenses aux domaines qui, en apparence, étaient les mieux cultivés, sans s'informer si leur culture pouvait être donnée en exemple aux cultivateurs qui n'avaient pas envie de se ruiner par ostentation ; mais on est revenu sur cette manière de procéder. Il faut aujourd'hui que les domaines récompensés puissent en réalité servir de modèle, et que le prix de revient des denrées y soit abaissé le plus possible. Or, pourquoi le même enseignement ne ressortirait-il pas de l'exhibition des animaux de la ferme ? Hors de là, les concours de boucherie ne seront jamais qu'un vain spectacle. »

Rien ne serait plus aisé que de changer ce spectacle vain en un spectacle des plus sérieusement utiles. Je l'ai demandé en d'autres circonstances et j'en ai indiqué les moyens que je résume ici en peu de mots :

Organiser un grand concours dans lequel seraient appelés à concourir simultanément et comparativement les animaux soi-disant perfectionnés ou ultra-adipeux, ceux des races charnues, menés au terme de l'engraissement normal, de celui qu'on a judicieusement nommé l'engraissement économique, et des animaux arriérés, ossus, réfractaires à l'engraissement.

On formerait des catégories d'âge et l'on étendrait l'étude à toutes les espèces, y compris celles de la basse-cour, lapins et volailles.

En regard des animaux vivants, on placerait les similaires abattus et convenablement dépécés, afin que les spectateurs pussent bien saisir et apprécier les différences.

La question des rendements différentiels serait examinée à fond ; la dégustation dirait son mot, et les résultats constatés, quels qu'ils fussent, recevraient la plus grande publicité.

Un pareil concours, alternativement porté au centre de quatre ou cinq régions du pays, tout en étant toujours général, ne reviendrait qu'une fois tous les quatre ou cinq ans au même lieu. Dès son premier retour, il pourrait exclure les bêtes arriérées qui auraient fait place à d'autres chez l'éleveur convaincu, et à sa troisième période, il n'y aurait plus en instance, en compétition, que des races charnues, les seules que la production ait intérêt à entretenir, les seules qui puissent réunir le double avantage d'être profitables à la fois au producteur et au consommateur.

Les reproductions des races bovines laitières.

Il y avait ici matière à un brillant concours ; il y avait un sujet d'études fort instructif et des plus intéressants. Pour la première fois, je crois, l'aptitude à produire le lait, la faculté laitière obtenait les honneurs d'une Exposition spécialisée. L'idée est bonne ; une judicieuse explication l'aurait fécondée. Celle-ci malheureusement est restée de beaucoup au-dessous des exigences. Les organisateurs ne se sont point écartés du programme vieilli, par trop suranné, des conditions banales ; en se traînant dans l'ornière du passé, ils l'ont simplement approfondie sans se douter qu'ils laissaient en dehors de l'influence d'un concours sérieux les questions les plus hautes d'alimentation publique et de zootechnie rationnelle.

Le lait, c'est d'abord le lait, quelque chose qu'on a reconnu être un aliment complet, tout à la fois primitif et dernier, pouvant suffire seul à tous les

besoins de la vie, n'ayant point d'égal sous ce rapport, pouvant en certaines limites remplacer toute autre nourriture, même chez l'adulte. C'est ensuite la matière première du beurre et du fromage : trois produits en un seul, trois objets de consommation immense qui tiennent une large place dans l'alimentation humaine, et dont l'insuffisance déterminerait dans la satisfaction des besoins un vide difficile ou même impossible à remplir. Très-grande est assurément l'importance de la production de la viande; plus réellement et primitivement grande est peut être encore l'importance de la production du lait. La spécialisation de la faculté laitière, chez la vache, est de beaucoup plus ancienne que la prédominance acquise de l'aptitude à l'engraissement; en se développant tout à coup, celle-ci n'a point effacé l'autre; en s'exagérant chez certaines races, elle n'a pas nui à la culture des premières.

Voilà qui justifie bien l'importance toute particulière qu'on devrait accorder à un concours spécialisé des races bovines laitières. Je voudrais lui voir embrasser en leur entier les utiles questions de pratique qui s'y attachent; elles ont leur point de départ dans la connaissance exacte du bétail et aboutissent à l'art assez complexe de bien faire et le fromage et le beurre.

Les races productrices de lait sont diversement fécondes et par la quantité et par la qualité du produit de la sécrétion des mamelles. Écartons complétement celles dont la faculté laitière est naturellement peu développée ou volontairement négligée; elles n'ont que faire ici. Mais les meilleures laitières que valent-elles? par quel côté ou sous quel rapport se mesure leur valeur propre, absolue ou relative?

Les unes donnent à flots un produit très-aqueux ; moins abondant, au contraire, chez celle-là, le lait est très riche en molécules grasses, tandis que chez d'autres, c'est la substance de fromage qui domine; d'autres encore fournissent en même temps abondance de lait et quantité de beurre. Ce n'est pas tout. Il en est dont la sécrétion s'arrête plus ou moins tôt ou se prolonge plus ou moins loin après la naissance du veau.

Toutes ces circonstances, ces faits divers ont leur cause ou spéciale ou spécifique, soit dans le mode d'alimentation de l'animal producteur, soit dans le milieu où il vit, soit dans sa propre nature, soit enfin dans l'organisation, dans la structure intime de l'organe sécréteur, de la mamelle, ou plutôt à la fois dans les deux ordres de faits, sans que ni la science, ni la pratique sachent à quoi s'en tenir et quelle part revient à celui-ci ou à celui-là dans le résultat qui se produit en dehors du concours, de l'influence, de la volonté de l'éducateur.

Il est admis en fait que l'abondance et l'usage habituel de certaines nourritures déterminent jusqu'à un certain point l'abondance et la qualité du produit. Il n'était pas malaisé de découvrir ou de s'assurer que la mauvaise vache, copieusement ou parcimonieusement nourrie, rend en proportion de ce qu'elle reçoit ou de ce qu'elle prend; que la même laitière sécrète un lait plus ou moins aqueux ou riche, de qualité inférieure ou plus élevée, de saveur ou même de coloration un peu différente, suivant les variations de la nourriture et sa composition plus ou moins appropriée, en raison de ses propriétés diverses. Cette science facile est toutefois insuffisante; c'est une appréciation physique, en quelque sorte, d'ordre tout matériel pour ainsi parler; elle n'apprend rien quant à la physiologie de la sécrétion, quant au mode particulier, intime de la fonction, par suite duquel deux vaches de races différentes, soumises en tout aux mêmes influences et au même régime, donnent néanmoins un produit différent. Ceci est à la fois curieux et important. C'est le secret de l'organisme et le propre des aptitudes, dont les résultats se constatent, s'ap-

précient avec certitude, et pourtant demeurent inexpliqués. Les effets sont là, indéniables, mais on en cherche vainement la source.

Il est donc vrai, car l'expérience l'a maintes et maintes fois démontré, il est donc vrai qu'une vache cotentine et une vache hollandaise, par exemple, l'une et l'autre très-fécondes à leur manière, bien choisies et « grandes laitières, » nourries des mêmes aliments dans le même milieu, soignées par la même main, ne se montrent pas égales dans leur produit. La première, notre précieuse cotentine, fabrique plus de beurre; l'autre, la bête hollandaise, donne plus de fromage. Telles sont les manifestations pratiques de l'aptitude spéciale à chacune de ces races. En dehors du régime et de toutes les circonstances extérieures qui exercent une influence notoire bien reconnue, incontestable d'ailleurs et incontestée sur la sécrétion et la valeur du lait, il y a, je le répète, une action organique, spéciale aussi, une œuvre intime et différente, celle de la glande mammaire, laboratoire mystérieux dans lequel l'anatomie n'a rien vu encore qui permette d'apprécier la raison de ces différences essentielles, vitalité propre, spécifique, en vertu de laquelle l'organe, ou mieux l'appareil sécréteur, extrait des mêmes matériaux, des mêmes matières premières, des proportions très-variables des mêmes éléments, et donne, suivant l'aptitude acquise, et plus ou moins abondamment, du lait, dans lequel domine ou le principe gras, le beurre, ou l'eau tout simplement, ou la substance du fromage, ou bien enfin peu, très-peu d'un lait quelconque, mais de nature appropriée au nourrissage des petits pendant les premières semaines de leur existence, après quoi la sécrétion s'arrête pour demeurer suspendue jusqu'à un nouvel accouchement.

Donc les facultés sont diverses : d'où que vienne la différence, elle est réelle, fondamentale, organique. Les races réputées laitières, parmi celles de l'espèce bovine, pourraient être divisées en deux groupes très-différents : celui des beurrières et celui des fromagères. Dans l'un et l'autre, il y aurait une même classification à faire quant à l'étendue et quant à la valeur du produit : telle race occuperait le premier rang, telle autre le dernier. Celle-ci mériterait d'être propagée pour les avantages qu'elle donne dans le milieu le plus favorable à la pleine élaboration de son produit, cette autre, au contraire, devrait être abandonnée pour son infériorité démontrée. Les concours et des essais publics serviraient merveilleusement à une classification aussi importante. En cela réside, à proprement parler, leur véritable raison d'être : là est, là serait plutôt leur utilité effective, leur utilité pratique, leur plus sérieux enseignement. En l'état d'isolement relatif où vivent et sont forcément tenues les races, la sélection, tant recommandée à juste titre, ne s'exerce guère et ne peut guère s'exercer avec quelque fruit que sur les individus. Le plus grand profit qu'on en obtiendrait se trouve incontestablement dans le choix éclairé à faire de la race. Les éléments de la sélection individuelle donnent, à ceux qui se proposent de les mettre en jeu, quelque certitude; les mêmes éléments, en ce qui concerne la race, sont beaucoup moins connus, partant moins sûrs. De là, l'inutilité de tant d'efforts et de sacrifices; de là, toutes ces déceptions et tous ces mécomptes qui découragent les plus entreprenants, qui usent les forces et le bon vouloir des éleveurs les mieux disposés.

La question est neuve. Je voudrais en faire toucher du doigt la haute importance. Pour cela j'aurai recours à une supposition, je pourrais dire à un exemple, car ce que je vais supposer est simplement le fait général, la pratique usuelle, ce qui arrive chaque jour en plus d'une contrée.

Je me place dans un de nos départements de l'Est, au centre d'une région où n'existe aucune race laitière qu'on puisse ou que l'on veuille recommander,

en un point du pays, cependant, d'assez grande étendue, où, malgré l'absence de race indigène, la principale spéculation sur la tenue du gros bétail, c'est la production du lait. Je ne saurais définir d'une façon plus précise ce que cherche la ménagère à la sollicitude très-éveillée de qui est généralement confié le gouvernement de la petite vacherie de l'exploitation. C'est la production abondante du lait qu'elle poursuit; c'est l'abondance qu'elle provoque par ses soins incessants, sauf à tirer ensuite du produit tel parti que de raison, suivant sa composition, suivant aussi les circonstances économiques, car il va de soi que le lait sera toujours vendu en nature partout où ce mode de vente, de tous le plus simple et le plus lucratif, sera possible. En dehors de cette facilité néanmoins, la ménagère fera ou du beurre ou du fromage, sans choisir. Effectivement, cette fabrication de seconde main, si je puis ainsi parler, s'impose. Le lait sorti des mamelles d'une vache beurrière, permettra de fabriquer du beurre; celui que fournit une fromagère, forcera de s'en tenir à la confection du fromage. La richesse ou la pauvreté du lait commande. Il y a pour la ménagère obligation de se soumettre. On ne tire pas de farine d'un sac à charbon, dit le proverbe : on ne saurait ni ajouter, ni retrancher à la composition du lait. Quand il a été élaboré par les mamelles d'une beurrière, il est gras, riche en principe butyreux, il donne du beurre; lorsqu'il est maigre, au contraire, lorsqu'il est le produit moins perfectionné ou plus pauvre de la fromagère, on ne saurait en extraire que du fromage, quelque profit que dût présenter d'ailleurs la fabrication du beurre.

Eh bien, en l'état actuel des connaissances, la ménagère ne sait pas faire élection de race. Elle s'arrête à cette donnée empirique, insuffisante : — beaucoup de lait, c'est-à-dire posséder une « grande laitière. » Or, la zootechnie donne les moyens de se reconnaître. Non-seulement elle permet de distinguer la petite laitière de l'autre, mais la beurrière de la fromagère. Les signes révélateurs de ces diverses aptitudes, à leurs différents degrés, ne sont encore que du domaine d'un petit nombre, il faut les vulgariser dans le double intérêt de l'éleveur, considéré comme producteur, et du consommateur dont tous les besoins doivent être satisfaits.

On a peut-être oublié une condamnation prononcée, il y a quelques années, contre un laitier de profession; elle me revient fort opportunément à la mémoire : la rappeler ici ne sera point un hors-d'œuvre. Un nourrisseur donc avait été saisi sur le marché, comme vendant du lait fortement additionné d'eau. Sans être un cas très-avouable, ceci est pourtant des plus ordinaires, et il fut de mode en un temps, parmi les hommes de la police, de rechercher les falsificateurs pour les dénoncer honnêtement à la justice. Le nourrisseur en question eut la malchance d'une saisie. Pour sa défense, il allégua et prouva que son lait était réellement pur, mais qu'il lui avait été fourni par une vache hollandaise, dont la production extrêmement abondante correspondait à une très-grande pauvreté. Le lait contenait en bonne proportion la matière du fromage, mais ce qui dominait surtout dans sa composition, c'était l'eau. Il demandait qu'on vérifiât juridiquement son dire. Il fut condamné séance tenante. Plus tard cependant, on reconnut que ses allégations avaient été conformes à la vérité, mais la condamnation fut maintenue, la loi ne reconnaissant que ce fait : une certaine proportion d'eau contenue dans le lait offert à la vente.

Cette condamnation et quelques autres non moins erronées ont nécessairement intimidé les juges, affaibli l'action judiciaire et forcément refroidi le zèle de la police. Le commerce du lait n'en est devenu ni plus honnête ni plus loyal, mais il ne s'agit pas de cela. Toutefois, la morale de la chose est celle-ci : en

nourrissant d'une certaine façon sa vache hollandaise, le laitier injustement condamné, cette fois, par la correctionnelle, était parvenu à transformer en quelque sorte l'appareil mammaire de la bête en une manière de filtre à travers lequel toute la partie aqueuse de l'alimentation passait en se colorant en blanc et en se chargeant d'une certaine quantité de caséum. C'est là précisément qu'est la spécialité de la race hollandaise, spécialité portée ici à son plus haut développement, jusqu'à l'exagération même, puisque le produit avait cessé d'avoir les caractères et les propriétés naturelles du lait moyen, du lait alimentaire.

Eh bien ! l'exagération fâcheuse dont il vient d'être parlé a son pendant, mais dans une direction meilleure et plus favorable. La vache grande productrice de beurre (ceci heureusement n'a rien de contraire aux intérêts de personne si ce n'est du laitier de profession), la vache essentiellement beurrière peut être amenée de perfectionnement en perfectionnement à donner un lait extrêmement riche en beurre dans lequel, au contraire, l'élément eau et l'élément fromage seront proportionnellement en très-petite quantité. La production maximum des molécules grasses coïncidera donc avec la diminution parfois très-notable de la sécrétion, et il arrivera le plus fréquemment, sauf de rares exceptions, que plus la production du beurre augmentera et moins grande sera l'abondance du lait. C'est presque le résultat inverse qui a lieu chez la fromagère, car la quantité de fromage extrait ou recueilli est généralement en raison directe de la proportion de lait obtenu. L'élaboration de l'élément fromage est sans doute plus rapide et moins pénible pour l'économie animale que celle des molécules du beurre ; elle est autre dans tous les cas et comporte des différences plus faciles à soupçonner ou à supposer qu'à découvrir ou à déterminer dans l'appareil mammaire. Ces différences sont pourtant plus ou moins appréciables sur l'animal.

En vulgariser la connaissance, tel devrait être, semble-t-il, l'objet essentiel des concours de laitières spécialisés. Ceux-ci comporteraient trois divisions : laitières abondantes ; laitières beurrières, et laitières fromagères.

La qualité d'être « grande laitière » n'est pas l'expression exacte de la faculté qu'on cherche ; il faut préciser et démontrer les avantages qu'il y aurait à rencontrer juste dans la recherche qu'on se propose. Quoi qu'on fasse, par exemple, pour la mener dans cette voie, la petite vache bretonne, si estimée pour la proportion très-élevée du beurre qu'elle produit, ne donnera de lait maigre. Il en sera de même des races cotentine et d'Alderney, très riches beurrières également. Et de même de la vache hollandaise et de ses pareilles ou de ses proches, quoi qu'on fasse, on n'obtiendra pas d'elles qu'elles rivalisent avec les autres pour la production du beurre ; fromagères elles sont ; mieux on les traitera et plus abondamment elles donneront du fromage. On peut élever leur aptitude, perfectionner leur produit, mais non le changer.

Cela étant, c'est aux concours à répandre les idées justes, à enseigner les notions exactes, à récompenser sciemment les efforts dirigés dans un sens déterminé. On ne fait pas concourir pour les mêmes distinctions le cheval de trait et le cheval de course, les familles de pur sang et celles de demi-sang ; il est tout aussi logique d'ouvrir des catégories différentes aux beurrières et aux fromagères. La production du lait, considéré isolément, et relativement à sa quantité seulement, n'est qu'un côté de la question, n'est qu'un des termes du problème à résoudre par la spéculation de l'élevage. Celui-ci va trop au hasard, c'est à la science à le conduire ou tout au moins à lui ouvrir les voies les plus profitables à lui-même et à la consommation.

D'ailleurs la question se complique d'un autre terme encore. A côté de la production du lait se trouve celle de la viande. Il ne faut pas que la première nuise par trop à la seconde. Eh bien ! l'expérience a encore appris aux plus avancées

sans que les masses soupçonnent même le fait, l'expérience a appris que la beurrière la plus productive est plus près que la fromagère et que la « grande laitière » de la bête à viande.

Tous ces points auraient pu être élucidés à Billancourt dans un concours organisé *ad demonstrandum* : au lieu de cela, on a réuni au hasard des circonstances des laitières telles quelles, qu'on a jugées et appréciées de même, chaque juré opinant suivant sa conscience et ses lumières, mais allant à travers les bêtes et à travers les encouragements, sans point de repère, sans boussole, sans idée arrêtée, sans plus de certitude que d'hésitation, récompensant au hasard, n'apprenant rien aux exposants, n'enseignant rien aux visiteurs, et compromettant sans le vouloir, sans même s'en douter, l'avenir des concours des vaches laitières.

Il y avait ici un premier choix théorique à faire, puis à contrôler celui-ci par des essais pratiques sur la composition du lait rapportée à l'alimentation, à l'âge de l'animal, à l'époque de sa lactation, à l'abondance de la traite..... Le produit obtenu, on pouvait le déguster et lui assigner un rang ; enfin il y avait lieu encore à tenir compte de la condition des bêtes eu égard à leur rendement approximatif en viande, au jour de l'abattage, puisque telle doit être leur destination dernière.

J'indique, au courant de la plume, les points essentiels. C'est en forgeant que l'on devient forgeron. C'est dans la première mise en œuvre d'un programme, ou plutôt dans ses applications successives qu'on apprend à le compléter et à le parfaire. Si on l'avait voulu ou si on avait su le faire, le concours spécialisé de Billancourt eût été le point de départ d'une immense amélioration d'une institution vieillie et caduque, à laquelle on se donne les airs de ne pas toucher à dessein malgré son inanité à peu près absolue et sa complète stérilité. Il est grand temps cependant qu'on la remanie dans ses dispositions fondamentales et de songer à lui faire porter de meilleurs fruits.

Eug. Gayot.

XV

LES TULLES ET LES DENTELLES

A L'EXPOSITION DE PARIS DE 1867

PAR M. S. F. THOMAS, INGÉNIEUR MANUFACTURIER.

I

Le tulle, à son origine, n'était qu'un point de jour travaillé dans l'intérieur des fleurs brodées sur les tissus légers. Plus tard, il servit de base à la dentelle dont il est encore le fond (réseau), puis il devint une industrie à part; ce sont ces différentes phases que nous allons essayer d'esquisser.

C'est le filet qui, dans le principe, a donné naissance au point de tulle, et le filet (*lacinia*) était connu des Romains, des Grecs, des Égyptiens et des Israélites, avant l'ère chrétienne. Les filets servaient de franges aux vêtements; son origine est donc très-ancienne.

C'est en Italie d'abord, en Espagne ensuite, puis dans la Flandre espagnole et enfin en France que l'on imita à l'aiguille le filet, en écartant et en rassemblant les fils des tissus fins dans les intérieurs des fleurs.

On faisait aussi des bandes de point de tulle sur un coussin (carreau), avec des fuseaux; ces bandes servirent à faire la première dentelle, en y brodant à l'aiguille des fleurs et des motifs d'ornement; ce fut le début de la dentelle, ainsi que nous le verrons plus loin. Ces bandes de tulle servaient aussi à rehausser les dentelles; mais la production des deux genres de tulle était restée insignifiante jusqu'au seizième siècle, époque à laquelle elle prit un certain développement, en même temps que la dentelle dont le tulle était partie intégrante.

Pendant deux siècles, le tulle n'était exécuté qu'à l'aiguille ou aux fuseaux, et ce ne fut qu'en 1758 que l'on produisit sur le métier à bas un tulle tricot : c'était le point de départ du tulle mécanique, qui donna naissance à la dentelle mécanique, comme le tulle à l'aiguille et aux fuseaux avait servi de base aux dentelles à l'aiguille et aux fuseaux.

Les dentelles doivent être divisées en deux catégories bien distinctes : les dentelles à l'aiguille et les dentelles aux fuseaux; mais quoiqu'elles soient d'une nature différente comme tissus et comme matières, et qu'elles soient produites dans des pays différents, elles sont généralement confondues par la masse, et peu de femmes savent en faire la distinction, quoiqu'elles aient pour la plupart la prétention de *se connaître en dentelles*. Les hommes *les confondent* encore plus, si l'on en excepte les fabricants et les marchands qui les vendent.

En tenant compte de la différence des prix, on peut dire que ces deux genres de dentelles ont toujours été portés, depuis leur origine, dans la même propor-

tion; car si les dentelles aux fuseaux ont été et sont encore d'un emploi plus général, cela tient uniquement aux prix qui sont inférieurs à ceux des dentelles à l'aiguille.

La première dentelle créée a été incontestablement la dentelle à l'aiguille, puisque son origine remonte à l'époque où la femme faisait à l'aiguille, sur les tissus, les points de tulle formant jours dans les broderies. Aucune date certaine ne peut donc lui être assignée; mais il n'en est pas de même de la dentelle aux fuseaux; celle-ci date du onzième siècle. La production était tellement insignifiante jusqu'à la fin du quatorzième siècle, que ce n'est guère qu'à partir de cette époque que l'on doit considérer la dentelle comme faisant partie de la toilette, et encore ce ne fut que plus tard, en 1551, que Barbara Uttmann, née d'Etterling, donna à la fabrication de la dentelle aux fuseaux une certaine importance.

Les deux genres de dentelles, les dentelles à l'aiguille et les dentelles aux fuseaux, ont suivi à leur début la même marche progressive. Après avoir exécuté à l'aiguille et aux fuseaux sur le carreau le point de tulle, on y traça, avec des gros fils de la même nature que le fond, des fleurs et des motifs d'ornement, et on les remplit ensuite à l'aiguille de toilé (entailage); puis on tissa le toilé et des jours variés, en même temps que le fond du tulle. Beaucoup de dentelles qui existent encore de nos jours, la Valencienne, quelques genres de guipure, etc., sont encore à cet état primitif que nous appelerons d'*inachèvement*; mais ce sont toutes des dentelles aux fuseaux. On fit aussi à l'aiguille et aux fuseaux des fleurs détachées que l'on appliqua sur le tulle fait à l'aiguille et aux fuseaux, et enfin on entoura, en même temps que le reste de la dentelle, les toiles d'un gros fil qui variait de nature selon le genre de la dentelle. Ces différents degrés d'achèvement constituaient un genre spécial de dentelle; chaque genre avait son nom.

Pendant le seizième siècle, on vit apparaître presque simultanément ces dentelles diverses dans plusieurs pays, à Venise, à Gênes, en Allemagne, en Flandre et dans le Brabant, et chaque pays donna son nom à ses produits indigènes; ce ne fut que beaucoup plus tard, et presque de nos jours, que les dentellières de différents pays et de différentes provinces de France imitèrent les dentelles des autres pays. C'est ainsi que l'Angleterre imite les applications de Bruxelles, Mirecourt copie les guipures blanches et fines d'Italie. Le Puy reproduit les guipures d'Italie aussi, mais d'un genre plus grossier, et en soie et en laine noires. Les Vosges, depuis cinq ans seulement, exécutent une imitation parfaite du point de Venise.

Le nom général de dentelle a été adopté en français en même temps que celui de *spize* a été appliqué en Allemagne; ces deux noms s'expliquent par le picot qui garnit le bas de la dentelle et qui présente un effet *dentelé*.

Outre les noms locaux des différentes dentelles, il existe des noms génériques : ainsi toutes les dentelles à l'aiguille et aux fuseaux sont appelées *dentelles à la main*, ou *vraies dentelles; dentelles à la main*, parce qu'elles sont produites sans le secours d'aucune machine; *vraies dentelles*, pour les distinguer des dentelles imitations faites à la machine. Le nom de *dentelles aux fuseaux* a été donné parce que l'ouvrière se sert de petites bobines allongées autour desquelles sont enroulés les fils qui servent à tisser la dentelle ; et celui de *dentelles au carreau*, à cause du coussin carré appelé carreau, que l'ouvrière pose sur ses genoux et sur lequel elle place le dessin qu'elle doit reproduire.

Ce dessin est tracé sur parchemin et chaque réseau ou maille y est figuré par un trou. La dentelière plante une épingle dans ce trou, et c'est autour

des épingles qu'elle fait manœuvrer avec une extrême agilité de nombreux fuseaux[1].

Les deux classes de dentelles, les dentelles à l'aiguille et les dentelles aux fuseaux, sont encore subdivisées en plusieurs genres; nous expliquerons plus loin la nature et les moyens de production de chacun d'eux, et surtout des spécimens qui figurent à l'Exposition universelle de 1867, qui fait l'objet de notre travail. Quant aux dentelles abandonnées, ou à peu près, les unes parce qu'elles étaient employées presqu'exclusivement par les hommes, les autres à cause de leur aspect grossier, telles que les dentelles torchon, d'Arras, d'Espagne, de Moresse, de Raguse, du point de neige[1], et enfin de l'ancien point de Venise, nous n'en donnerons pas la description; cependant nous ferons une exception en faveur du point de Venise; car ce genre de dentelle a seul été rénové dans ces dernières années par Mme Gandillot, dont nous trouvons les produits à l'Exposition; or, comme cette rénovation a donné lieu à une série de dentelles guipures dites de Cluny, qui a été très à la mode pendant plusieurs années et qui est encore beaucoup employée, nous y reviendrons dans la revue que nous passerons de toutes les dentelles exposées au Champ de Mars, en signalant les fabricants qui, à l'exemple de Mme Gaudillot, ont rendu, à divers titres, des services à cette industrie, soit au point de vue de l'art, de la perfection dans l'exécution, ou du bon marché.

Nous avons tracé rapidement l'historique des deux espèces de dentelles exécutées par la main des femmes; il nous reste à faire un exposé non moins rapide des différents progrès effectués en moins d'un siècle par le génie mécanique de l'homme.

Pendant plusieurs siècles, la patience féminine est parvenue à la perfection dans l'exécution de la dentelle; mais la production lente des mains ne suffisait plus aux besoins toujours croissants; la consommation augmentait en Europe dans des proportions incroyables, et les demandes des pays d'outre-mer venaient encore ajouter à la nécessité de produire vite et beaucoup; si l'on ajoute à ces causes l'accroissement de la fortune publique, on s'expliquera ces périodes pendant lesquelles la production considérable de tulles et de dentelles mécaniques ne suffisait pas à beaucoup près aux demandes. Cette rapidité de production n'a été obtenue que progressivement; mais malgré toute la perfection des machines, leur tissu est loin d'égaler celui des doigts. Nous connaissons un seul exemple où le métier est parvenu à rendre exactement le travail des fuseaux; mais la production de ce métier est tellement lente que le succès n'est que partiel.

Nous avons vu que le tulle mécanique, copie informe du tulle à la main, dès le principe avait donné naissance à la dentelle mécanique, comme le tulle à l'aiguille avait été le point de départ des dentelles à l'aiguille et aux fuseaux.

Depuis son origine jusqu'au dix-huitième siècle, le métier à tulle, ou plutôt le métier à bas, — car le tulle, à son début, n'était qu'un tricot, — ne produisait que la maille unie, c'est-à-dire le point de tulle, ou le réseau de la dentelle, sans aucune fleur ni jour. En 1780 seulement, on exécuta sur le tulle tricot des motifs en toilé, au moyen d'un cylindre d'orgue qui agissait sur les fils comme les aspérités du cylindre d'orgue agissent sur les cordes musicales; le toilé était entouré, à l'aiguille, d'un gros fil appelé fil de broderie. C'était le début des

1. La maison A. Lefebure et fils a eu l'ingénieuse idée de faire travailler des dentellières dans la section des machines; on peut se rendre compte de la manière dont se produisent les dentelles à l'aiguille et aux fuseaux.

2. On connaît le beau galant de neige que Gros René rend à Marinette dans Molière.

Fancy nets, tulles fantaisie ; mais quoiqu'ils imitassent la dentelle, ils n'étaient connus en France que sous la dénomination de tulles brodés. Ce nom de tulle brodé était aussi appliqué à d'autres imitations que l'on faisait à l'aiguille de la dentelle alors fabriquée à Chantilly, des applications de Bruxelles, etc. Contrairement à l'imitation exécutée au métier, ces imitations étaient faites presqu'entièrement à l'aiguille, le tulle seul qui servait de fond étant produit par le métier [1]. Plus tard, on s'est également servi du nom de tulles brodés pour désigner toutes les dentelles mécaniques. Cette fausse déclaration était employée pour éviter les droits d'entrée, soit qu'on expédiât d'Angleterre en France, ou *vice versâ*, attendu que les droits étaient beaucoup plus élevés sur tout ce qui portait le nom de dentelle que sur les articles assimilés au tulle. Ce ne fut que lorsque les idées de libre échange prévalurent en Angleterre d'abord, en France ensuite, en amenant les gouvernements à baisser les droits et enfin à les supprimer complétement, que cette fraude n'a plus eu sa raison d'être [2].

La fabrication des tulles était restée exclusivement en Angleterre jusqu'en 1784, époque à laquelle le duc de Liancourt et un ouvrier du nom de Rhumbolt importèrent en France un métier à aiguilles, qui n'était autre qu'un des nombreux systèmes des métiers à bas. La révolution française vint arrêter pendant quelques années l'essor de la fabrication naissante; mais elle reprit bientôt une vigueur nouvelle, au point qu'en 1802 il existait à Lyon et à Nîmes 2000 métiers à tulle, tandis que l'on en comptait à peine 1200 en Angleterre. L'installation de ce grand nombre de métiers en France était motivée par la prohibition du tulle anglais. Ce ne fut que vers 1825 que l'Angleterre reconquit la suprématie de cette industrie qu'elle a conservée depuis cette époque.

Le tulle existait ; on en produisait même de grandes quantités; mais l'industrie tullière proprement dite n'existait pas. Le tulle tricot, qu'à force de perfectionnements on était parvenu à rendre solide et *indéfilable*, n'était cependant qu'un tricot se retirant et s'élargissant sous les influences de la température. Avec le métier *Bobbin-net* (tulle bobin), ainsi appelé parce que le tulle est tissé avec des bobines contenant les fils, au lieu de l'être avec des aiguilles, a commencé une nouvelle phase dans l'histoire du tulle, or, comme ce système de fabrication est celui encore employé de nos jours, nous donnons ici l'explication du métier bobin, le plus simple et le meilleur.

La figure n° 1 représente le tulle tel qu'il apparaît sur le métier avec les fils de chaîne, tendus de manière à ne pas être entraînés par la trame. La figure

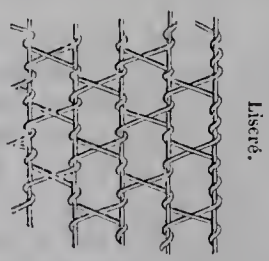


Fig. 1.

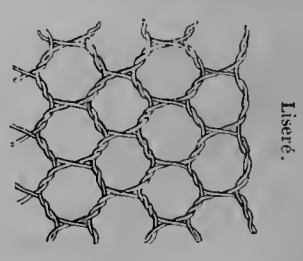


Fig. 2.

n° 2 est le même tulle lorsqu'il est tombé du métier, tendu dans le sens de la largeur et maintenu par l'apprêt dans cette position, qui donne à la maille la forme hexagonale.

1. La maison Mabesoone sœurs a exposé dans la section belge une pointe ainsi faite et des échantillons par lesquels on peut se rendre compte du travail.

2. *Origine du libre-échange.*

Le système du tulle bobin est celui de la fabrication de la toile, c'est-à-dire qu'il est composé d'une chaîne et d'une trame. Lee, l'inventeur du métier à bas, avait emprunté au système du tissage l'idée de faire passer le fil d'un bout à l'autre du métier ; l'inventeur du tulle bobin a emprunté au métier à tisser la même opération ; mais il est allé plus loin en adoptant, outre le mouvement de la trame, la chaîne dont il se borna à changer la disposition, et qu'il plaça dans le sens vertical au lieu du sens horizontal. Dans la formation du tulle, chaque fil de chaîne, posé verticalement, est entouré par une bobine qui *passe* ensuite à l'autre rangée de *bolts* pour entourer le fil voisin, et ainsi de suite d'un bout à l'autre du métier, dans un sens oblique, jusqu'à la lisière; de là, elle est renvoyée en sens contraire jusqu'à l'autre lisière, de sorte que le tulle est composé d'un fil de chaîne vertical et de deux fils de trame obliques qui se croisent de gauche à droite, puis de droite à gauche, d'une lisière à l'autre; de là, le nom de *Twist net* (tulle tressé), que l'on a donné au tulle bobin, mais qui ne peut s'appliquer au tulle tricot, bien qu'on l'ait souvent affirmé.

La bobine, ou navette, avec son chariot, qu'on appelait d'abord *Lark Whistle*, et qui était alors de bois et de fer-blanc, est une des combinaisons les plus heureuses que l'on connaisse. Celle qu'on emploie de nos jours est composée de deux disques de cuivre ou de tôle, rivés l'un à l'autre; elle roule dans un chariot de tôle lorsque la bobine est de cuivre, et *vice versâ*, *fig.* 3, B. Ce chariot, *fig.* 3, *e*, possède une ou plusieurs queues et une rainure transversale dans le bas, par laquelle il est maintenu debout entre des lames de fer appelées *combs* ou *bolts* (peignes, chevilles) C; plus un ressort *s* pour régler la tension du fil *t*. Il se trouve généralement autant de navettes que de fils de chaîne. Les chariots glissent dans les *bolts* à l'endroit de la rainure; ils sont ordinairement placés sur deux rangs. Dans certains métiers, il entre jusqu'à 4000 bobines et autant de chariots.

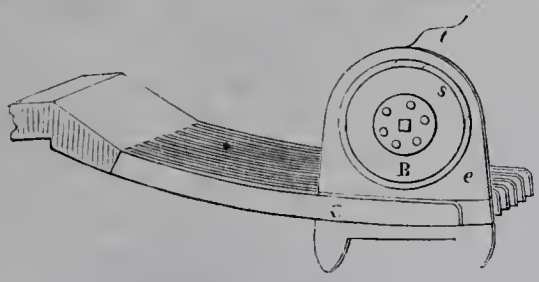


Fig. 3.

La fabrication des bobines et des chariots est une industrie spéciale. Les premiers fabricants de tulle en France les faisaient eux-mêmes, ou les demandaient à Nottingham; mais, en 1824, plusieurs fabricants s'établirent dans les localités où se fabriquait le tulle.

L'invention de cette ingénieuse bobine qui n'est, en réalité, qu'une navette, est attribuée par les uns à John Heathcoat, de Longwhatton; mais elle est revendiquée par les descendants de Robert Brown, de Nottingham; d'autres l'attribuent à Kindley, de Loughborough.

Avant qu'elle fût appliquée au métier à tulle, sa première destination avait été la fabrication du filet : c'est ce qu'on voit par des comptes rendus de la Société des arts de Nottingham (année 1786); il y est parlé d'un métier à bobines pour faire le filet, inventé par Boswell. Quel fut le sort de cette invention? Nous l'ignorons; mais elle n'empêcha pas Robert Brown de prendre un brevet

pour un métier à tulle portant des bobines et des chariots, et « *pouvant faire le tulle fin ou le filet.* »

Maintenant que nous croyons avoir suffisamment traité de l'origine et de l'emploi de la partie la plus importante du métier bobin, il nous reste à décrire le métier circulaire à tulle uni; notre figure n° 4 en représente une section verticale.

A est le rouleau de chaîne, et *B* représente un rouleau semblable qui reçoit le tulle terminé. Les fils de chaîne se dirigent verticalement vers le rouleau *B*, en passant par les trous des guides *a a*, qui sont des espèces d'aiguilles plates réunies à leur base dans des plaques de plomb vissées à deux barres de fer, et dont l'une est placée devant, l'autre derrière le métier. Ces barres de guides reçoivent du moulin un mouvement de droite à gauche, et *vice versâ*, pour laisser passer les fils de trame lorsque ceux-ci vont d'un fil de chaîne à un autre. Les chariots qui, comme on le sait, contiennent les bobines, sont placés sur deux rangs *c c* de chaque côté de la chaîne et sont soutenus par les *bolts C C*,

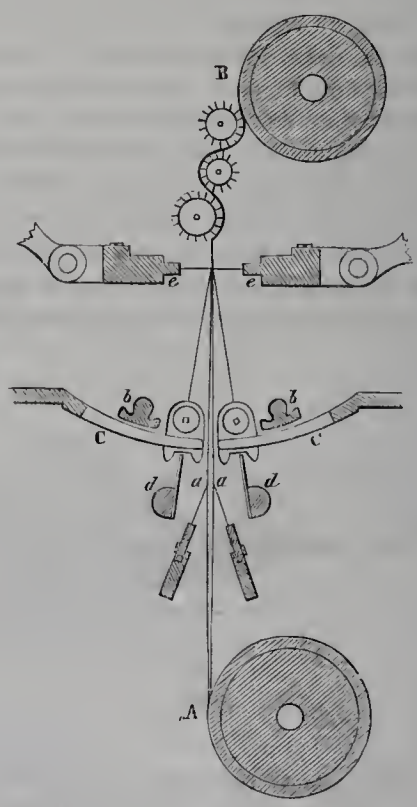


Fig. 4.

dont les extrémités sont tellement rapprochées, que tout en laissant suffisamment de place pour le mouvement des fils de chaîne, les chariots s'engrènent par un bout dans une rangée avant d'avoir quitté l'autre. Ces *bolts* (ou chevilles), fixés également dans du plomb, sont vissés sur deux barres de fer qui font aussi un mouvement de va-et-vient, comme les barres de guides lorsque les chariots doivent changer de fil de chaîne. Les chariots sont transportés d'une rangée de *bolts* à l'autre en traversant les fils de chaine et en formant le tissu à l'aide de deux *pusher bars* (pousse-barres) *b b* qui agissent sur leurs côtés, et de *locker bars* (locqueurs) *d d*, qui les font mouvoir par les queues. Lorsque les fils des bobines ont entouré plusieurs fois les fils de chaîne, la torsion est recueillie

alternativement par deux barres de pointes, l'une devant et l'autre derrière le métier *e e*; ces barres sont composés d'aiguilles rondes sans œillets, qui sont, comme les guides et les *bolts*, assujetties dans le plomb. Les guides, les *bolts* et les pointes sont espacés selon la grandeur de la maille. Ainsi, dans un métier 10 points, dix de ces objets mesurent un pouce anglais, et ainsi de suite [1].

Jusqu'à l'apparition du tulle bobin, on avait fait, ainsi que nous l'avons vu plus haut, quelques imitations de dentelle sur le métier à tulle tricot; mais le principe du tissu étant défectueux, les résultats devaient être ce qu'ils ont été réellement, c'est-à-dire très-limités. Le métier bobin, sans toutefois imiter exactement le travail des fuseaux, est cependant fondé sur la même base; aussi est-ce à partir de 1808, époque à laquelle Heathcoat prit son premier brevet pour le métier bobin, que commence l'ère des dentelles mécaniques.

Au début, on fit sur le métier bobin ce qu'on avait fait sur le métier à tulle tricot : des tulles fantaisie, c'est-à-dire des petits motifs mélangés de jours. Ces effets s'obtenaient par des variations dans diverses parties du métier, soit par un nombre plus ou moins grand de barres de guides [2], soit par l'application du cylindre d'orgue qui avait déjà été appliqué au métier à bas dans le même but.

Enfin, en 1824, on appliqua au métier à tulle dit Mechlin, qui n'est qu'un des nombreux systèmes du métier à tulle tricot, le procédé des cartons appelé système Jacquard; mais la base du tissu produit par le métier à tulle tricot étant mauvaise, on songea à l'appliquer au métier bobin. De nombreux essais ont été faits jusqu'en 1838 sans grand succès; mais à cette époque, un Anglais vint en France et réussit complétement [3]. C'est de cette époque que date la création de la dentelle mécanique. Les systèmes sont trop nombreux et trop variés pour en donner ici l'explication. Nous renvoyons le lecteur aux ouvrages spéciaux; nous nous bornerons à expliquer la nature des dentelles mécaniques qui figurent à l'Exposition de 1867; mais auparavant, nous croyons utile de faire ressortir aux yeux du lecteur l'influence que la dentelle mécanique a eue sur les dentelles à l'aiguille et les dentelles aux fuseaux.

La dentelle mécanique, en mettant à la portée de toutes les bourses ce tissu si élégant, a contribué puissamment à l'emploi des dentelles à la main; car tout en suivant la mode, la femme riche, en France surtout, préfère la vraie dentelle; c'est ce qui explique ces différentes époques pendant lesquelles la dentelle en général était tant portée; et si, en ce moment, la mode semble la délaisser, ce n'est que momentanément. A ce propos, il est un fait digne de remarque, c'est que la dentelle et la passementerie partagent tour à tour la faveur de la mode, et toujours l'une aux dépens de l'autre; du reste, ces deux articles ont la même origine [4], certaines passementeries modernes n'étant que les franges (*lacinia*) des Romains.

Ce ne fut qu'au seizième siècle que la passementerie devint un article spécial et prit le nom de *passemen*, en même temps que la dentelle reçut le sien. La dénomination de *passemen* s'explique du reste par la nature du travail qui consistait alors à *passer* les gros fils les uns sur les autres.

Mais cette influence de la dentelle mécanique sur ses aînées n'est pas la seule, et si nous nous reportons à trente années en arrière, nous verrons que les den-

1. *Histoire du tulle et des dentelles mécaniques en Angleterre et en France*. 212 pages. Paris, 1862.

2. Voir fig. 4, *a a*.

3. *Histoire du tulle et des dentelles mécaniques en Angleterre et en France*.

4. Pendant de longues années, certaines dentelles d'Italie ont été connues sous le nom de *Passemen milanais*.

telles à l'aiguille et aux fuseaux ont fait un autre progrès sous son impulsion, et cela au point de vue de l'art.

Nous avons suivi personnellement ce progrès depuis vingt ans, et, tout en le constatant, nous nous sommes rendu compte de ses effets et de ses causes.

Il y a trente ans, les dessins de dentelle n'étaient composés que de petits motifs, se répétant souvent dans la bordure qui était généralement étroite; le fond du volant de dentelle ou du vêtement était uni ou parsemé de petites fleurs, genre, du reste, auquel on est revenu depuis; mais en l'appropriant au style Pompadour.

Jusqu'en 1840, on se bornait donc à arranger et à combiner des effets de motifs ou de fleurs; mais lorsque le besoin de dessins pour la dentelle mécanique, qui progressait à pas de géant, se fit sentir, les dessinateurs, ayant à leur disposition des moyens d'exécution plus étendus, ont donné libre cours à leur imagination et ont commencé un genre de dessin nouveau à grands effets; malheureusement la plupart d'entre eux n'avait pas fait les études suffisantes pour combiner des dessins où il fallait une certaine connaissance des divers styles d'architecture et d'ornement. Ce fut alors que parut une nouvelle phalange de dessinateurs, les uns connaissant déjà le dessin du châle cachemire, et d'autres sortant des écoles; ils étaient employés et encouragés par les fabricants de dentelles mécaniques, qui demandaient des effets de plus en plus grands et de plus en plus excentriques, enfin de véritables compositions. M. Faure fut celui qui eut le premier et le plus grand succès par ses conceptions hardies et l'entente du genre le mieux approprié à la fabrication de la dentelle mécanique.

La dentelle aux fuseaux, de son côté, quoiqu'elle profitât de cette vogue de la dentelle, attendu qu'elle était elle-même de plus en plus employée, sentit néanmoins la nécessité de changer son genre de dessin : elle alla même dans certaines circonstances au delà de l'*osé* de la dentelle mécanique. C'est ainsi que, stimulées l'une par l'autre, la dentelle vraie et l'imitation contribuèrent au progrès du dessin de la dentelle en général.

Les fabricants des deux genres de dentelles ne se sont pas bornés à améliorer leurs dessins, ils ont aussi produit de grandes pièces, des vêtements variés que la dentelle à la main n'abordait autrefois que rarement et difficilement. Tour à tour le grand châle carré, la pointe, le burnous, la rotonde, l'écharpe, les paletots et des variantes de toutes ces formes ont eu la faveur de la mode; mais de tous ces modèles, le châle et la pointe classiques ont seuls resisté. Chaque année voit encore surgir dans la dentelle, comme dans la confection, des coupes nouvelles; mais elles durent ce que durent les modes, l'espace d'une saison.

En entrant dans la section des tulles et des dentelles françaises, on est tout d'abord frappé de la richesse de l'ensemble, et ce n'est qu'après être revenu de cette première impression que l'on peut se rendre un compte exact des détails et des progrès accomplis dans ces industries depuis l'exposition de Londres de 1862; mais avant de signaler à l'observation des visiteurs les spécimens qui nous paraissent les plus dignes de remarque, nous traiterons des progrès réalisés au point de vue de l'ensemble.

La progression dans le goût des dessins dont nous avons retracé la marche dans notre historique a été poussée aux extrêmes limites dans les objets exposés cette année. Mais si nous considérons ce progrès au point de vue de l'art de la dentelle, nous regretterons d'y voir le mélange d'une trop grande quantité d'ornements et d'objets affectant des formes architecturales; nous déplorons aussi

de voir que les fabricants des vraies dentelles ont eu recours aux mêmes dessinateurs que les fabricants d'imitations. Un seul a évité cet écueil, c'est la maison A. Lefebure et fils. Cette maison a donné à ses dessins le cachet original de la dentelle où la fleur domine, et c'est, selon nous, la seule manière de conserver aux dentelles aux fuseaux et à l'aiguille leur type primitif.

L'imitation gagne à cette assimilation ; la vraie dentelle peut aussi y trouver momentanément son avantage, puisqu'il y a plus de ressources ; mais le temps n'est pas éloigné, où on abandonnera ces grands échafaudages de colonnes et de rainceaux pour revenir au genre fleuri.

Les dessins des vraies dentelles et des imitations étant faits par les mêmes dessinateurs qui ne sont attachés à aucune maison, cela donne à tous les produits un même aspect, et non-seulement il n'existe plus de différence entre la dentelle originale et la copie, mais il n'y a plus comme autrefois, pour chaque fabricant, un cachet particulier qui le distinguait de ses concurrents. Aujourd'hui, il y a, ce que l'on pourrait nommer des *fabriques* de dessins. Là, point n'est besoin de savoir dessiner : on rassemble une quantité de matériaux, ce sont des copies calquées sur tout ce qui se fait en dentelle, en perse, en papier peint ; c'est un salmis d'ornements de tous les styles, des fleurs dessinées avec des sentiments différents ; on prend indifféremment et on *coule* le tout dans une dimension donnée ; les raccordages seuls se font après, puis on fait relever ces assemblages par des dessinateurs spéciaux qui leur donnent de l'aspect au moyen d'effets de crayon. Tout se borne là. On ne cherche que deux choses, produire de l'effet et produire beaucoup. Naturellement cette manière *d'arranger* les dessins est la négation de toute espèce de style, et donne à toutes les dentelles vraies ou fausses un cachet uniforme.

Par contre si les dentelles aux fuseaux et à l'aiguille ont perdu sous le rapport de l'originalité des dessins, elles ont gagné comme exécution.

Les dentelles noires de Bayeux[1] et les guipures ont acquis une grande netteté. Le mérite de la dentelle est que le réseau soit léger et diaphane, lorsque la fleur a une certaine consistance et une netteté de contours. Il y a au Champ de Mars des merveilles d'exécution ; mais tout en applaudissant à ce degré de perfectionnement au point de vue de la difficulté vaincue, nous déplorons de voir que les fabricants n'ont guère exposé que des morçeaux d'une finesse exceptionnelle, et ont négligé le côté pratique de cette industrie.

Que voyons-nous en effet ? des objets presque invendables, des robes, et (les robes dominent), valant jusqu'à 80,000 fr., des tours de force en un mot ; aussi répétons-nous ce qui a déjà été dit à ce sujet en 1862, que le jury des récompenses devrait faire deux classes de récompenses, une pour les tours de force, la difficulté vaincue, l'autre pour l'article courant de vente journalière.

Il nous semble que le but élevé auquel on vise au dix-neuvième siècle est de mettre les produits de l'industrie à la portée de la masse, et que l'ambition du fabricant doit être de produire pour le *million*, comme disent les Anglais. Nous ne prétendons pas que l'on ne doive pas rechercher la perfection dans l'exécution, mais n'exposer que des morceaux exceptionnels et abandonner presque entièrement les articles courants, nous paraît une erreur, et la meilleure preuve de ce que nous avançons c'est que les objets hors ligne, ne portent pas ces étiquettes « *vendu à M. X...* » que l'on voit sur les articles ordinaires. C'est cependant de la réclame déguisée ; mais quoiqu'elle ne se paye jamais trop, les intéressés ne sont pas allés jusqu'à acheter des articles d'une vente presque impossible.

1. Appelées à tort dentelles de Chantilly.

En 1862, à la vue de la pointe de dentelle genre guipure exposée par M. Robert Faure, et que nous retrouvons cette année, des effets nouveaux ont été signalés et une ère nouvelle prédite à la dentelle. Les produits exposés cette année donnent raison à cette prédiction. Nous voulons parler des effets produits par plusieurs épaisseurs de mat. On l'avait d'abord employé dans le point d'Alençon, mais c'est seulement depuis quelques années qu'on l'a introduit, d'abord dans la guipure, puis enfin dans le Bayeux. Ces effets s'obtiennent par des teintes plates d'épaisseur différente, tantôt on les entoure d'un fil tantôt on les laisse nus; ici encore la maison A Lefebure et fils est allée au delà de ses concurrents dans cette voie en produisant des ombres graduées. On peut se rendre compte du produit réalisé depuis cinq ans en comparant la pointe de M. Robert Faure et le volant en point d'Alençon de MM. Lefebure et fils.

Les dessins où ces effets d'ombre et de lumière sont les plus heureux, ont été combinés en vue de cette fabrication, en plaçant les fleurs au milieu de feuilles mates : de cette façon le réseau du fond reparaît et sert de teinte.

Évidemment en combinant les efforts des fabricants et des dessinateurs on arrivera à faire de la dentelle un article d'art; mais il faut pour cela avoir recours à des artistes qui composeront des dessins et des effets nouveaux au lieu de se servir des faiseurs de motifs dont les arrangements sont au dessin ce que la décalcomanie est à la peinture.

Tulles unis. Quoique la production du tulle uni soit d'une grande importance en France et en Angleterre, il y en a peu d'exposé cette année. Cela tient, selon nous, à deux causes : la première, c'est qu'on n'y a pas apporté de perfectionnements depuis longtemps, les métiers à tulle ayant atteint la limite de la rapidité. La seconde cause est celle des prix, qui sont subordonnés au cours des cotons et des soies, d'où il résulte qu'il n'y a aucun motif sérieux d'exposer. Voici un tableau du prix du tulle de coton uni, depuis son origine jusqu'à nos jours.

Tableau comparatif du prix d'un yard carré (0m.830 *carrés*) *de tulle bobin uni en coton.*

En 1809	—	1813	—	1815	—	1818	—	1821
125 fr.	—	50	—	37.50	—	25	—	15
En 1824	—	1827	—	1830	—	1833	—	1836
10 fr.	—	5	—	2.50	—	1.65	—	1
En 1842	—	1850	—	1856	—	1861	—	1867
0.60 c.	—	40	—	30	—	30	—	25

Ainsi, en 58 années, le prix du tulle bobin uni en coton est descendu de 125 fr. à 25 cent., c'est-à-dire dans la proportion de 500 à 1.

Quelques rares fabricants ont cependant envoyé leurs produits; mais c'est plutôt pour constater l'existence de leur maison que pour concourir; aussi nous nous contenterons de signaler l'exposition de Madame V. F. Washer, de Bruxelles, qui renferme du tulle destiné aux applications de Bruxelles.

S. F. Thomas.

(*La suite à un prochain fascicule.*)

MATÉRIEL ET PROCÉDÉS DE L'EXPLOITATION DES MINES

PAR M. ÉMILE SOULIÉ,
Ingénieur civil, Ancien Élève de l'École des Mines.
ET M. ALFRED LACOUR,
Ingénieur civil, ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des mines.

(Planches XIV, XV et XVI).

PREMIER ARTICLE PAR M. E. SOULIÉ.

I

INTRODUCTION.

L'Exposition universelle de 1867 met en évidence des perfectionnements apportés au matériel et aux procédés de l'exploitation des mines et des carrières. Pour apprécier ces perfectionnements à leur valeur et pour en bien saisir la portée, il est nécessaire de connaître les appareils et les procédés ordinairement employés, ceux qui forment, pour ainsi dire, la base de cette importante industrie. Nous allons donc indiquer rapidement, et dans leur ordre naturel, ces divers appareils ou procédés : ce sera le point de départ et, en quelque sorte, l'introduction de cette étude. Nous passerons ensuite à l'examen détaillé des appareils qui figurent à l'Exposition, nous réservant toutefois de signaler ceux qui, ne figurant pas au palais du Champ-de-Mars, constituent néanmoins un perfectionnement sur les moyens précédemment en usage.

Nous ne nous occuperons dans cette introduction que du matériel de l'exploitation des mines; nous ne pouvons entrer ici dans l'étude et la description théorique des différentes méthodes d'exploitation. Ces méthodes sont nombreuses et chacune d'elles est peu variable. Nous n'y reviendrons dans la suite de ces études que si quelque méthode nouvelle ou quelque modification importante était proposée.

Nous laissons de côté les études préliminaires qui ont trait à la recherche des mines; elles sont basées sur un examen attentif du sol et sur des considérations théoriques qui sont uniquement du domaine de la géologie, de la géographie locale et de quelques sciences accessoires : elles varient conséquemment dans chaque localité : la boussole et le baromètre sont les auxiliaires habituels de ces travaux.

En suivant l'ordre où les opérations se présentent dans la pratique, nous avons tout d'abord à parler des moyens employés pour l'abattage et l'excavation des roches.

Abattage des roches. Les procédés d'abattage varient suivant la nature des roches qu'il s'agit d'entailler. Les roches ébouleuses sont exploitées au moyen de la pioche, et l'enlèvement des matières abattues se fait au moyen de la pelle; on a recours quelquefois à des coins en bois garnis de fer sur leur biseau qui servent à détacher de gros fragments (dans les gradins par exemple); la charrue peut être aussi d'une certaine utilité pour désagréger les roches de cette nature.

Pour les roches tendres, on emploie le *pic* à une ou à deux têtes et à pointes aciérées, ou la *rivelaine;* ces outils doivent, autant que possible, être équilibrés autour du manche, pour que leur maniement soit commode.

La *pointerole* sert au travail des roches demi-dures; sa forme et la longueur de sa pointe varient avec la dureté des roches à attaquer; elle ne sert que comme un coin sur lequel l'ouvrier frappe avec une massette.

Le travail des roches dures se fait au moyen de la poudre; quelquefois même on a recours à son emploi pour les roches précédentes. La confection des trous de mines au fond desquels on dépose la poudre qui, par l'expansion des gaz provenant de sa combustion, doit désagréger la roche, est une des opérations les plus fréquentes et les plus délicates de l'exploitation des mines. Aussi de nombreux perfectionnements ont-ils été proposés depuis longtemps en vue de diminuer les chances d'accidents inhérentes à cette opération ou pour rendre ce travail plus économique. Les premières modifications ont consisté dans l'emploi des *tubes de Chenalls* pour porter la poudre au fond du trou; puis on a substitué le cuivre doux au fer dans la fabrication des épinglettes et des têtes de bourroirs; l'inflammation avait lieu alors au moyen de bandes de papier enroulées (*canettes*) enduites d'une dissolution de gomme contenant de la poudre qu'on introduisait dans le trou fait par l'épinglette; une mèche soufrée servait à mettre le feu. On substitua à ces canettes, dans le comté de Cornouailles, des tuyaux de plumes emboîtés les uns dans les autres et remplis de poudre; l'ouverture était fermée par un tampon d'argile; par ce moyen on supprima l'épinglette qui précédemment devait rester dans le trou pendant toute la période du bourrage et qui, par le volume du conduit qu'elle formait, diminuait l'effet utile des gaz; dans le même but on a employé, comme étant plus économiques et moins hasardeuses, des mèches formées d'une corde goudronnée contenant dans son axe une traînée de poudre (*mèches de sûreté de Bickford*) qui étaient par là moins exposées à l'action de l'humidité.

D'autres innovations, remontant déjà à une époque reculée, ont pour but d'augmenter l'effet utile d'un poids de poudre donné; elles ont été faites dans le Hartz; elles consistent à placer dans la cartouche un tasseau de bois évidé qui augmente la surface sur laquelle les gaz agissent, ou encore à mélanger à la poudre de la sciure de bois; on arrive par là au même résultat, mais avec l'inconvénient de ralentir la combustion. On a cherché à obtenir un effet analogue en élargissant le fond des trous de mines; l'opération se faisait d'abord au moyen d'un acide; un appareil nouveau (le *cavateur* de M. Trouillet) a été proposé récemment pour faire mécaniquement des chambres à poudre au fond des trous de mines. La poudre de mine a été elle-même l'objet de recherches spéciales en vue d'approprier *sa vivacité* à l'effet à obtenir; on peut citer comme exemple l'emploi qui a été fait pour la construction du port de la Joliette, à Marseille, d'une poudre dans laquelle le nitre avait été remplacé par l'azotate de soude. Il faut remarquer toutefois qu'une semblable poudre doit être nécessairement très-hygrométrique. Nous signalerons enfin comme autant de questions sur lesquelles nous aurons à revenir : l'emploi de la poudre comprimée, de la nitroglycérine, en remplacement de la poudre, l'application de l'électricité au tirage des mines et les outils destinés à percer les trous de mines mécaniquement, comme la ba-

gue de M. Leschot; enfin, les appareils nombreux qui servent à faire mécaniquement soit des trous, soit des entailles en rigoles dans les roches ou dans la houille.

Les roches les plus dures sont attaquées au moyen du feu; on les expose à une chaleur très-forte qui les désagrége, soit en les décomposant chimiquement, soit en leur faisant perdre l'eau qu'elles contiennent : une fois désagrégées, on les débite à la pointerole.

Certaines roches étant solubles dans l'eau, on peut les exploiter par dissolution; le sel gemme est de ce nombre.

L'eau peut être employée aussi comme agent mécanique pour entraîner des roches désagrégées. Nous aurons à parler d'une application récente de ce procédé.

Un outillage spécial sert à l'exploitation de la tourbe. Quand la tourbe est à sec on la découpe avec le petit *louchet à aileron;* lorsque les tourbières sont recouvertes d'eau, on les exploite avec le *grand louchet.* Cette tourbe qui a séjourné sous l'eau n'a souvent pas la consistance voulue pour pouvoir être enlevée en blocs prismatiques au moyen de l'outil précédent; on la pêche alors, pour ainsi dire, avec un filet fixé à un cercle en fer muni d'un manche; le bord du collier du filet est aiguisé de façon à trancher la tourbe; quelquefois dans les grandes exploitations on a recours à la drague.

La tourbe, dans ces derniers cas, n'ayant pas de consistance par elle-même, doit être tassée et moulée en grandes masses rectangulaires que l'on découpe ensuite en briquettes lorsqu'elle a suffisamment perdu d'eau; on la rend aussi plus compacte en la comprimant dans des moules. Depuis quelque temps il s'est fondé une industrie pour la condensation et la carbonisation de la tourbe.

Sondage. Le sondage est employé pour étudier le sol et rechercher des gisements, et aussi comme opération définitive destinée à donner soit des puits jaillissants (puits artésiens) ou des puits absorbants, soit pour l'exploitation de certaines substances liquides telles que le pétrole ou encore le sel gemme, lorsqu'on l'exploite par dissolution au moyen de pompes. Quel que soit le but auquel on le destine, le matériel et les procédés du sondage se rapportent à des types que nous allons indiquer.

On distingue deux modes de sondage : le *sondage à la tige* et le *sondage à la corde.*

L'appareil de sondage à la tige comprend trois parties différentes : *la tête de sonde* qui relie la tige à la corde ou à la chaîne qui la soutient et qui est disposée de façon à permettre le *rodage*, c'est-à-dire à faire agir l'outil en le tournant autour de son axe vertical; *la tige* qui est tantôt en bois armé de fer, tantôt en fer. Les fragments qui composent ces tiges, et dont les dimensions varient suivant l'importance du trou à forer, peuvent être assemblés soit au moyen de pas de vis, soit par enfourchement. Pour les trous de sonde profonds, le poids de la tige deviendrait bientôt énorme et occasionnerait de fréquents accidents : on a cherché à l'équilibrer par des contre-poids. La coulisse d'Æynhausen, imaginée dans le but d'utiliser le poids de la tige lors du battage, a constitué un grand perfectionnement; elle a été modifiée avantageusement par M. Kind. Il faut signaler aussi comme une amélioration le *parachute des tiges.*

Le mouvement de battage est transmis à la tige soit par un moteur à vapeur, soit, lorsqu'il s'agit de sondages d'une moindre importance, au moyen d'un treuil muni de cames agissant sur un levier qui commande la tige. Le trou de sonde qui a été pratiqué dans la grande galerie des machines, au palais du Champ-de-Mars, a été foré au moyen d'un treuil à déclic particulier sur lequel nous reviendrons plus loin.

Les outils qu'on place à l'extrémité de la tige se divisent en deux catégories : les uns servent à attaquer les roches, ce sont les *trépans*, les *tarières* et les outils spéciaux imaginés par M. Degousée et M. Kind pour élargir les trous de sonde au-dessous d'un tubage; les autres servent soit à curer le trou de sonde, ce sont les tarières et les cloches à soupape ou à boulet, soit à se procurer des échantillons des terrains traversés (appareil de M. Evrard) ou des eaux que l'on rencontre.

Lorsqu'un accident a lieu, que la tige de la sonde s'est brisée et qu'un des fragments est resté dans le trou, on emploie pour l'en retirer soit la *caracole*, soit le *tire-bourres*, soit l'*accrocheur à pinces*, soit la *cloche à écrou*.

L'ensemble un appareil de sondage, tige et outil, est supporté par une chaîne ou une corde qui passant sur la gorge d'une poulie solidement fixée au sommet d'une chèvre en bois est reliée à l'autre extrémité à l'appareil qui lui donne le mouvement, reuil, roue à chevilles, manége ou machine à vapeur. Les formes et les dimensions des chèvres sont très-variables et dépendent de la profondeur que doit atteindre le trou.

Les tuyaux en métal (tôle, zinc, bronze, cuivre) qui sont généralement employés au revêtement des trous de sonde étant sujets à céder à la pression des terrains environnants, on a inventé plusieurs outils spéciaux pour couper les portions de colonnes avariées et pour les enlever : ce sont notamment les bouchons coniques taraudés, la navette et l'arrache-tuyau qui saisit la colonne de tube par le bas; plusieurs de ces outils ont été imaginés par M. Kind.

Le sondage à la corde est peu employé en Europe; il a été employé fréquemment aux États-Unis pour le forage des puits à pétrole. Les tiges rigides indiquées précédemment sont ici remplacées par une corde en fil ou en aloës; il en résulte qu'on n'emploie alors comme outils que ceux qui agissent par percussion; les outils de rodage ne pourraient être utilisés ici. La chèvre qui supporte l'appareil est réduite à des dimensions moins considérables; le battage se fait au moyen d'un long levier à secteur auquel est fixée une corde qui embrasse par un nœud coulant la corde qui supporte l'outil. Dans le forage de certains puits à pétrole, aux États-Unis, on a beaucoup simplifié cet appareil : on a supprimé la chèvre et le levier à secteur; l'appareil est supporté par un simple madrier planté verticalement dans le sol et portant à son extrémité supérieure une poutre horizontale mobile autour d'un axe horizontal. Cette dernière soutient d'un côté la corde qui porte l'outil; à l'autre extrémité elle est munie d'un contre-poids; une corde portant un étrier permet de produire le battage : l'oscillation du levier est limitée par une autre corde fixée à la terre.

M. Degousée a proposé, depuis longtemps, un procédé mixte entre le sondage à la tige et le sondage à la corde; il consiste à employer une tige creuse dans la partie inférieure de laquelle l'outil d'attaque est emboîté et peut glisser verticalement. Cet outil porte à sa tête un système de pince d'accrochage qui peut saisir, lorsqu'elle vient butter contre elle, l'extrémité de la corde fixée à une tige de fer portant des saillies qu'emboîte la pince; on réunit ici les avantages du sondage à la corde (légèreté de l'appareil et manœuvre facile) à ceux du sondage à la tige (possibilité d'agir par rodage); on évite en outre la dégradation des parois du trou de sonde par suite du mouvement de l'appareil, la corde se mouvant dans l'intérieur d'une tige creuse qu'on allonge à volonté et qui remplit l'office d'un tubage provisoire.

Boisage et muraillement des galeries souterraines. La percée des galeries de mines se fait au moyen des appareils que nous avons déjà indiqués et dont les plus récents seront décrits ultérieurement. La roche une fois abattue laisse dans le sol un vide destiné à former les galeries et qu'il importe de protéger contre

les éboulements qui pourraient survenir ou contre les poussées latérales. C'est le but du boisage; il ne s'applique qu'aux galeries de section ordinaire (4^{m2} au plus) et situées dans des terrains assez consistants. La forme des boisages varie suivant la nature du terrain : parfois il faut faire un boisage complet afin de se mettre de tous côtés à l'abri du mouvement du terrain; d'autres fois il suffit de se mettre en garde seulement contre l'éboulement d'une paroi. Dans le cas où l'on traverse des terrains très-coulants, comme des sables ou des argiles aquifères, il faut compléter le boisage au moyen de *palplanches :* ce sont les planches que l'on pousse entre les parois du terrain et les cadres de boisage; le terrain n'apparaît plus alors que sur le sol de la galerie. Un cadre de boisage complet se compose de deux *montants* latéraux, d'un *chapeau* qui les réunit au toit de la galerie, et d'une *semelle* qui repose sur le sol; toutes ces pièces sont généralement assemblées à mi-bois.

Les bois qui servent à ces travaux sont principalement le chêne, le pin et le sapin; on les dépouille de leur écorce pour faciliter leur conservation; on évite aussi de les fendre pour ne pas diminuer leur résistance. Les bois qui ont séjourné dans l'eau sous une forte pression paraissent résister mieux que les autres à la carie. On a proposé depuis longtemps un procédé de conservation des bois destinés au travail des mines basé sur cette observation; on applique aussi à ces bois les autres procédés de conservation, tels que celui de M. Boucherie (sulfate de cuivre et de fer) ou le goudron. Les principales causes de destruction des bois dans ces conditions sont la chaleur de l'air et sa nature viciée; il est chargé de gaz délétères, provenant de la respiration des ouvriers, de la combustion des lampes ou des couches mêmes que l'on exploite. L'action de cet air est encore plus sensible sur les bois qui ont été sciés ou fendus avant leur emploi et dont les fibres sont à nu; c'est pourquoi on n'emploie guère que des arbres de dimensions telles qu'ils puissent être utilisés suivant leur diamètre naturel; il est clair d'ailleurs que les cadres résisteront d'autant mieux que les pièces qui les composent seront plus courtes.

Quelles que soient les précautions qu'on prenne, il faut renouveler les boisages au bout d'un certain temps. Pour éviter cet inconvénient, on a employé quelquefois en Angleterre des pièces en fonte pour soutenir les galeries; il est évident que cette application ne peut être que très-restreinte et dépend de conditions locales, du prix respectif du bois et de la fonte et de la proximité des fonderies. On a employé aussi, à Anzin, des pièces de bois portant à leur partie supérieure un écrou, ce qui facilite la mise en place des pièces et permet de serrer le boisage à volonté; la poussée du terrain est alors contrebalancée par la résistance du filet de l'écrou.

Dans les terrains où la poussée est très-forte, les boisages demandent beaucoup d'entretien, et il arrive même qu'ils ne présentent pas une résistance suffisante. On a recours alors au muraillement des galeries; le prix de revient en est plus élevé, mais la durée est plus grande. On fait parfois dans les galeries un boisage provisoire qui est remplacé ensuite par un muraillement. Ces muraillements se font soit en pierres sèches, mais alors ils sont sujets à céder aux mouvements du terrain, soit en maçonnerie de pierres ou de briques. Ils peuvent être comme les boisages, complets ou partiels; la forme de leurs sections est très-variable : tantôt ils se composent de pieds droits avec voûte circulaire, tantôt ils ont la forme elliptique ou encore une forme qui s'y rattache et composée d'arcs de cercles de différents rayons raccordés entre eux. On reserve toujours dans le radier une rigole pour l'écoulement des eaux; cette rigole se trouve soit au bas des pieds droits, soit au centre du radier, et dans ce cas elle est elle-même surmontée d'une petite voûte qui porte les rails destinés au roulage intérieur.

Boisage et muraillement des puits de mines. Les puits de mines sont destinés soit à l'extraction des minerais, soit à l'épuisement des eaux au moyen de pompes, soit à l'aérage ; quelquefois ils sont destinés spécialement à la descente et à la remonte des ouvriers. L'emploi des échelles mobiles ne peut se faire qu'au moyen de puits spéciaux; souvent le même puits réunit plusieurs de ces fonctions.

Les puits boisés ont une section carrée, rectangulaire ou polygonale; les puits muraillés sont à section circulaire ou elliptique. Ces puits peuvent être inclinés; le plus généralement ils sont verticaux.

Le boisage des puits carrés ou rectangulaires se compose de cadres formés de quatre pièces de bois reliées entre elles et dont les saillies sont engagées dans des entailles creusées dans la roche. On place des cadres semblables à des distances les uns des autres variables suivant la nature des terrains que l'on traverse : entre les cadres et la paroi du terrain on pousse des planches jointives qui vont d'un cadre à l'autre et forment le garnissage ; les parois intérieures des cadres sont également recouvertes par des planches allant d'un cadre à l'autre. A l'orifice du puits on place un *cadre porteur*, dont les différentes pièces sont beaucoup plus longues que celles des autres cadres et reposent sur le sol. Les cadres ont été divisés lors de leur construction, au moyen de madriers en bois, en autant de parties qu'on veut établir de compartiments dans le puits.

Les boisages à cadres jointifs s'emploient quand le terrain pousse fortement ou que l'on craint l'infiltration des eaux; les puits boisés à section polygonale s'établissent dans les terrains qui poussent beaucoup.

Dans les puits inclinés, on évite généralement les sections polygonales et on a soin que les cadres de boisages soient perpendiculaires à l'inclinaison.

Au fond du puits on creuse un puisard de plusieurs mètres de profondeur pour y accumuler les eaux et les extraire de là au moyen des pompes. Au point de rencontre des puits avec les galeries on élargit la section de ces dernières, afin de former des chambres d'accrochage qui permettent d'accrocher les bennes aux chaînes ou de les placer dans les cages d'extraction.

M. Triger a imaginé un appareil à air comprimé pour creuser les puits à travers les terrains très-coulants et aquifères ; ce procédé a été employé fréquemment depuis quelque temps, avec des modifications, pour traverser le lit des rivières et établir les fondations des piles de certains ponts; on a établi par ce moyen les piles du pont de Kehl, de plusieurs ponts sur le Rhône et du pont du chemin de fer du Midi à Bordeaux.

Le muraillement des puits est fait soit en pierres, soit en briques : il peut être partiel ou complet; il repose toujours sur des cadres encastrés dans les parois du puits et qui supportent la maçonnerie supérieure, de telle sorte que de distance en distance le revêtement en maconnerie est coupé par des cadres en bois serrés par des coins en bois. Quand la nature du terrain le permet, toute la maçonnerie repose sur un cadre inférieur posé au fond du puits; d'autres fois, au contraire, le cadre inférieur qui supporte tout le muraillement est fixé par des tiges en fer à un cadre supérieur placé à la surface du sol. Dans les terrains meubles, on commence la maçonnerie à la surface et on la fait enfoncer dans le puits par son propre poids, en ayant recours au besein à des cadres dont la face est taillée en biseau (*trousses coupantes*) et qu'on dispose à la partie inférieure : c'est le procédé qui a été employé par M. Brunel, pour foncer les puits du tunnel de la Tamise, à Londres. Dans tous les cas, l'intervalle entre la maçonnerie et les parois du trou doit être rempli de matières pilonnées avec soin, d'argile par exemple.

Les puits qui doivent être complétement imperméables à l'eau sont *cuvelés*.

Les cuvelages peuvent être faits soit en bois, soit en métal (fonte ou tôle); quelquefois ce sont des muraillements revêtus de métal (en Belgique, par exemple).

L'assise fondamentale du cuvelage est un cadre en bois solidement encastré dans une roche imperméable; sur ce cadre on en place deux autres destinés à former avec le terrain un joint imperméable. A cet effet, l'un de ces cadres ou trousses est *colleté*, c'est-à-dire qu'on a eu soin de placer contre les parois du trou des lambourdes, et que l'espace (de $0^m.07$ environ) qui sépare le cadre de ces lambourdes est garni de coins en bois chassés jusqu'au refus. Au-dessus on place une *trousse picotée* : les coins sont ici remplacés par des *picots* en sapin et en chêne qui forment un serrage complet. C'est sur cette base qu'on monte les cadres en bois qui forment le cuvelage; ils sont polygonaux et formés de pièces de bois parfaitement dressées dont les extrémités sont simplement juxtaposées. Entre les cadres et les parois on pilonne du mortier hydraulique. Dans les cuvelages très-élevés on multiplie les trousses porteuses que nous venons d'indiquer. Des trous sont percés dans les différentes trousses colletées ou picotées pour mettre tous les niveaux d'eau en communication ensemble.

En Angleterre on a cuvelé certains puits en fonte; les panneaux en fonte, de $0^m.012$ d'épaisseur qui composent ces cuvelages, reposent encore ici sur des trousses colletées et picotées. Les joints des différents segments sont faits au moyen de rouleaux de caoutchouc. On a également essayé, en Angleterre et en Allemagne, des cuvelages en maçonnerie; mais au bout de quelque temps, ces cuvelages ont laissé filtrer les eaux.

Nous ne pouvons que signaler en passant les travaux importants désignés sous les noms de *serrements* et de *plates cuves* destinés à isoler les galeries ou les puits des parties d'une mine envahie par les eaux : ce sont de véritables cuvelages en bois ou en maçonnerie établis soit au travers des galeries, soit au travers des puits.

Aérage des mines. — Les causes qui vicient l'air dans les mines sont nombreuses; ce sont principalement : la respiration des ouvriers; la combustion des lampes; l'inflammation de la poudre employée au tirage des mines; la décomposition des bois et de certaines substances minérales, telles que les pyrites; les dégagements naturels d'acide carbonique et de grisou. L'aérage doit entraîner tous ces gaz au dehors et les remplacer par de l'air respirable; il peut être produit soit par des moyens naturels, soit par des moyens artificiels.

L'aérage naturel se fait au moyen de puits ayant des sections, des niveaux ou des orientations différentes, ou bien par un même puits divisé en deux parties par une cloison verticale; il est produit alors par la différence de température (et par suite de densité) de l'air extérieur et de l'air intérieur.

L'aérage artificiel s'obtient au moyen de foyers placés à la base d'un puits et déterminant ainsi un appel d'air dans les galeries, quand la mine n'est pas sujette aux dégagements de grisou; dans ce dernier cas, on a recours aux machines. En Angleterre cependant, on a employé quelquefois des jets de vapeur pour activer l'appel d'air.

Les machines de ventilation sont nombreuses et variées de formes : ces ont les ventilateurs à force centrifuge, les vis pneumatiques aspirantes, les ventilateurs Fabry et Lemielle, les cloches pneumatiques du Hartz, les trompes, enfin les machines pneumatiques à piston; sauf la trompe, tous ces appareils nécessitent l'emploi d'un moteur, soit hydraulique, soit à vapeur.

L'aérage une fois produit, on a soin de distribuer l'air convenablement à l'intérieur des travaux au moyen de cloisons et de portes qui circonscrivent sa circulation. On constate la vitesse du courant d'air dans les travaux au moyen des anémomètres.

Éclairage. — La question de l'éclairage des mines touche de très-près à celle

de l'aérage. Dans les mines qui ne sont pas sujettes à des dégagements de grisou, l'éclairage n'offre rien de particulier : on emploie des chandelles ou des lampes ordinaires. Dans les mines où l'on craint les dégagements de grisou, on emploie les *lampes de sûreté;* toutes ces lampes ont pour point de départ celle de Davy : au-dessus du réservoir d'huile de cette lampe et autour de la mèche est disposée une toile métallique de fer ou de cuivre, qui, en refroidissant les gaz extérieurs, empêche leur inflammation. Cette lampe ne donne qu'une faible lumière. Plusieurs perfectionnements y ont été apportés par MM. Roberts, Dumesnil, Mueseler, Dubrulle, Olanier et autres; nous aurons à y revenir. Il suffira de dire ici que l'on cherche surtout à la rendre plus éclairante et à empêcher que les ouvriers puissent l'ouvrir dans les travaux, afin de prévenir les accidents.

Les moyens employés jusqu'ici contre le *grisou* se réduisent à des précautions destinées à éviter les explosions de ce gaz. Les principales consistent dans une bonne construction de lampes de sûreté et dans un aérage bien fait. On en a cependant proposé d'autres : par exemple, on enflammerait, au moyen de l'étincelle électrique, le gaz qui pourrait se trouver dans la mine avant d'y faire descendre les ouvriers[1], mais ce moyen n'est pas sans danger et n'a pas reçu d'application à notre connaissance.

Quelques tentatives ont été faites aussi en vue d'employer l'électricité à l'éclairage des mines; une lampe réalisant cette idée a été proposée il y a environ trois ans par MM. Dumas et Benoît.

Transport des minerais. — Les procédés employés pour le transport des minerais dans l'intérieur des mines sont nombreux. Dans certains pays, les transports se font à dos d'homme (dans l'Ariége, par exemple) : c'est le procédé le plus dispendieux et le plus lent, car un homme fait ne peut transporter plus de 70 kilos à la distance de 6 kilomètres. Aussi, dans les localités où cela est possible, a-t-on toujours recours à d'autres moyens de transport. On a songé tout d'abord à transporter les minerais dans des brouettes circulant soit directement sur le sol des galeries, soit sur des planches disposées à cet effet; on a cherché ensuite à construire des brouettes dans lesquelles la composante de la charge qui agit sur les bras de l'homme fût la plus faible possible. Mais, quel que soit le mode de brouettes employées, dès que le roulage doit se faire dans des galeries dont le sol a une inclinaison de plus de 5°, on a recours à des moyens de transport plus perfectionnés : ce sont les chemins formés de rails en bois ou en fer.

Les chemins avec rails en bois sont en usage depuis longtemps en Allemagne; on fait circuler sur ces voies de petits wagons à larges roues plates et munies à leur avant d'une barre de fer verticale qui glisse entre les deux rails très-larges eux-mêmes et donne la direction au wagon : ce sont les *chiens de mine.*

Plus tard, la facilité avec laquelle on a pu avoir des rails en fer a généralisé l'emploi de ces derniers. Les formes sous lesquelles on les emploie dans les mines sont très-variées : ce sont tantôt des fers méplats qui recouvrent des longrines le long de leur face supérieure; tantôt des fers plats posés debout dans des traverses et retenus par des coins; ou bien encore des fers à cornière, des rails à double champignon ou des rails Vignole : leurs dimensions varient avec les poids qu'ils doivent supporter. Au croisement de plusieurs galeries, les embranchements de ces rails se font avec ou sans aiguilles; un procédé fort usité et très-commode consiste à placer sur le sol, au point de jonction des galeries, une plaque de fonte qui porte des rails courbes reliant entre eux les rails extérieurs des deux galeries.

1. Voir les *Annales du Génie civil*, 3e année, p. 391, et 4e année, p. 489. Voir aussi, *Annales du Génie civil*, 6e année, p. 251, la description de l'appareil Ancell destiné à prévenir les ouvriers de la présence du grisou.

Les wagons qui circulent sur ces rails ont, soit les roues calées sur les essieux lorsque les galeries ne présentent pas de courbes à très-petits rayons; soit les roues mobiles sur les essieux, dans le cas contraire; ou bien encore chaque roue est portée sur un essieu indépendant. Les wagons sont en bois, parfois en fer (comme ceux d'Anzin, imaginés par M. Cabany); dans certaines mines, on emploie des plate-formes portées sur des roues, et sur ces plate-formes on place les bennes chargées. Ces dernières affectent la forme de tonneaux en bois; elles ont parfois des patins en fer qui permettent de les traîner sur le sol des galeries; leur section est circulaire ou elliptique.

Dans certaines mines, notamment dans le bassin de la Loire, on profite de l'inclinaison des galeries pour transporter les bennes au moyen d'un rail suspendu vers le toit de la galerie et le long duquel on fait glisser les bennes.

Les roues des wagons, au lieu de présenter de simples boudins, ont quelquefois une gorge (comme les poulies) qui enchâsse le rail; c'est ce qui a lieu dans les roues de M. Cabany. Il faut rappeler ici que M. Serveille a construit des chariots portés sur deux roues formées chacune de deux cônes de mêmes diamètres réunis par leurs grandes bases; cette disposition permet de circuler dans des courbes de très-petit rayon et sur des voies dont la surface des rails offre des irrégularités de niveau sensibles.

Tous ces wagons sont mis en mouvement dans les galeries souterraines, soit par des hommes, soit par des chevaux, soit par des moteurs mécaniques (roues hydrauliques, machines à vapeur fixes). Lorsqu'on a un grand nombre de galeries de niveau à desservir à la fois, on les recoupe parfois par une galerie inclinée dans laquelle on établit un plan automoteur; ces appareils consistent en une chaîne qui s'enroule autour d'une poulie (à axe vertical ou horizontal); aux deux extrémités de la chaîne on attache des wagons qui se meuvent sur des rails posés sur un sol incliné. Parfois la chaîne est sans fin et s'enroule alors sur deux poulies, une à chaque extrémité du plan; on y accroche les wagons; un wagon plein en descendant fait remonter un wagon vide; un frein sert à modérer ce mouvement.

En Angleterre et en Silésie, on a recours, dans quelques exploitations, à la navigation souterraine pour le transport des minerais; on établit pour cela un canal souterrain sur lequel circulent des bateaux portant les wagons ou les bennes de minerais. Pour que l'établissement de ces canaux soit possible, il faut que les galeries offrent des pentes tout à fait régulières.

Extraction. — Lorsque les minerais sont arrivés au bas du puits d'extraction, on peut les amener à la surface par différents procédés, soit au moyen de roues à chevilles, de treuils à double manivelle mus à bras d'hommes, soit par des manéges mis en mouvement par des chevaux; dès que les puits atteignent une certaine profondeur, et que l'extraction devient importante, on a recours aux machines. Les différents moteurs que l'on peut employer sont : les balances d'eau, les roues hydrauliques, les machines à colonne d'eau rotatives, les moteurs à vapeur.

La *balance d'eau* est un appareil fort simple qui a été appliqué depuis quelque temps au montage des matériaux de construction dans les villes (système Edoux); il est donc inutile de la décrire ici[1].

Les roues hydrauliques les plus employées sont les roues à augets; parfois on se sert de roues à double aubage, afin de pouvoir marcher dans les deux sens. La roue est placée, soit à l'intérieur de la mine, soit à la surface, et souvent à une grande distance de l'orifice du puits : le mouvement se transmet par des cour-

1. Voir les *Annales du Génie civil*, 4e année, page 793.

roies ou par des tirants, comme cela est fréquemment usité dans le Cornouailles pour les pompes d'épuisement.

Les machines à colonne d'eau rotatives présentent tout à fait l'aspect extérieur d'une machine à vapeur; elles sont à deux cylindres et munies d'un volant. Nous indiquerons comme exemple celle que nous avons vu fonctionner à la mine de Allenheads et qui a été construite par M. Armstrong.

Les machines à vapeur d'extraction sont le plus souvent à haute pression et sans condensation; le renversement du mouvement doit pouvoir s'y faire en un point quelconque de la course; les cylindres y sont tantôt horizontaux, tantôt verticaux, avec ou sans balancier.

Les câbles d'extraction sont, soit en aloès, soit en chanvre, soit en fil de fer avec âme en chanvre; tantôt ils sont ronds, tantôt plats. On emploie aussi dans le Cornouailles des chaînes en fer à anneaux arrondis. On interpose quelquefois un ressort entre l'extrémité du câble et la cage d'extraction pour remédier à l'inertie de cette charge au moment du départ.

Quand les câbles sont ronds, ils s'enroulent sur des tambours coniques disposés de façon que les brins ne puissent s'y placer de travers; quand ils sont plats, ils s'enroulent en spirale sur des bobines qui ont la largeur du câble. Ces bobines, ou ces tambours, sont commandés par la machine; les brins du câble, au sortir des bobines, passent sur deux poulies portées à la partie supérieure d'un fort chevalement établi au-dessus de l'orifice du puits.

Les cages attachées aux extrémités des câbles, et qui portent des bennes ou des wagons, sont à un ou plusieurs étages; elles sont guidées dans l'intérieur des puits par des poutres de bois garnies de fer qui règnent dans toute la profondeur du puits et qui sont emboîtées par des fourchettes en fer fixées à la cage. Ces cages, surtout lorsqu'elles servent au transport des ouvriers, portent à leur partie supérieure des *parachutes* destinés à empêcher les accidents provenant de la rupture des câbles. Les plus employés jusqu'ici ont été le parachute Fontaine et les parachutes à excentriques; l'emploi de ces appareils se combine avec celui des *crochets de sûreté*, qui sont destinés à décrocher les cages lorsqu'elles arrivent près des poulies et que la machine continue à marcher. Dans quelques mines les bennes sont accrochées directement aux chaînes d'extraction; il n'y a pas alors de cages.

Les minerais une fois arrivés au jour, on est parfois obligé de les transporter à quelque distance dans les appareils mêmes qui ont servi à leur extraction; cela se fait par un roulage sur rails, quelquefois au moyen de plans inclinés automoteurs. Certains appareils spéciaux, tels que les *culbuteurs*, les *cribles*, servent à la manipulation et au transvasement des minerais. Il faut citer aussi ici les appareils connus sous le nom de *drops*, qui servent en Angleterre à charger la houille à bord des navires; nous les décrirons plus loin.

Le mouvement des ouvriers mineurs entre la surface et les travaux souterrains se fait au moyen d'échelles ordinaires, quand la profondeur ne dépasse pas 400 mètres; au delà, il en résulterait une fatigue trop grande pour les hommes; on les fait alors circuler dans les cages d'extraction munies de parachutes. On emploie depuis longtemps dans certaines mines un appareil imaginé au Hartz, en 1833; ce sont les échelles mobiles (*fahrkunst*[1] ou *man engine*). La nécessité d'avoir un puits spécial pour ces appareils a empêché leur emploi de se généraliser beaucoup, surtout depuis l'invention des parachutes; des tentatives ont été faites pour construire ces échelles mobiles de façon à ce qu'elles puissent servir à la fois au transport des minerais et au mouvement des ouvriers.

1. Voir les *Annales du Génie civil*. 4e année, p. 378.

Épuisement des eaux dans les mines. — Lorsque l'épuisement des eaux ne peut pas se faire au moyen d'une galerie d'écoulement qui les amène au dehors, on concentre les eaux dans une excavation d'où on les extrait par des moyens mécaniques. Pour les épuisements de peu d'importance et de peu de durée, on emploie des bennes, et surtout des bennes à clapet. Quand la quantité d'eau à extraire est considérable, on se sert de pompes mues par des roues hydrauliques, des machines à colonne d'eau ou des moteurs à vapeur.

Les machines à vapeur d'épuisement sont bien connues sous le nom de *machines du Cornouailles :* elles sont à simple effet et généralement à moyenne pression; le mouvement du piston est transmis aux pompes au moyen d'un balancier. On emploie aussi pour l'épuisement des machines à simple effet à traction directe; la tige du piston est alors reliée directement à la maîtresse tige des pompes.

Ces pompes pour les épuisements profonds sont : ou bien en répétitions et commandées par deux maîtresses tiges mues par une roue hydraulique; elles sont alors élévatoires, à piston creux; soit à une seule maîtresse tige mue par un moteur à vapeur, ou par une machine à colonne d'eau, et alors elles sont foulantes à piston plongeur; celle du fond seule est élévatoire à piston creux : dans ce cas, on équilibre le poids de la tige par un balancier à contre-poids. Les tuyaux montants sont généralement en fonte, quelquefois en tôle; les tiges sont en bois : quand le poids de ces tiges est plus grand que celui de la colonne d'eau à élever, on équilibre l'excédant de poids au moyen d'un contre-balancier ou d'un piston plongeant dans un cylindre sans clapet et portant la charge d'une colonne d'eau du poids voulu.

PERFORATEURS ET MACHINES DESTINÉES A ABATTRE LA HOUILLE.

Nous allons aborder maintenant l'étude des appareils et des procédés nouveaux se rattachant à l'exploitation des mines.

Nous examinerons d'abord tous les appareils destinés à la perforation des roches; nous y joindrons, comme un corollaire naturel, les machines destinées à l'abattage mécanique de la houille.

Perforateur à rotation et à pression d'eau directe de MM. *de la Roche-Tolay*, ingénieur des ponts et chaussées, et *F. Perret*, ingénieur civil. (Planche XIV, figures 1, 2, 3, 4.)

Ce perforateur est spécialement destiné à percer des trous de mine dans le rocher; il peut recevoir des dispositions différentes, suivant les conditions dans lesquelles il doit fonctionner : on emploie un perforateur unique quand il s'agit de faire seulement un trou à la fois; quand, au contraire, il s'agira d'attaquer le front d'une galerie ou d'un souterrain en plusieurs points simultanément, on aura recours à la disposition décrite plus loin et qui consiste à grouper plusieurs perforateurs sur un même chariot mobile.

Nous allons décrire en détail l'appareil tel qu'il est exposé en nature au Champ de Mars, en laissant de côté la disposition de la table sur laquelle il est placé et du mode de suspension du bloc de roche à percer : les figures de notre planche XIV indiquent suffisamment ces détails qui n'offrent pas d'intérêt par eux-mêmes.

Le perforateur à pression directe se compose de deux parties : la *machine à forer* proprement dite et le *moteur*.

Le moteur est à pression d'eau ; il a été imaginé par M. F. Perret, ingénieur civil. Il se compose (planche XIV, figures 1, 2, 3, 4) d'un cylindre horizontal en bronze faisant corps avec le bâti du perforateur; ce cylindre porte dans son épaisseur deux canaux dont l'un communique avec la conduite d'eau, tandis que l'autre sert à l'évacuation de l'eau qui a agi sur le piston. A l'intérieur de cette première enveloppe cylindrique se meut un tube en bronze alésé et tourné avec le plus grand soin, et qui est percé de lumières vers ses deux extrémités : c'est le *tiroir* de la machine. Ce tube reçoit, au moyen d'une bielle et d'un excentrique fixé sur l'arbre des volants, un mouvement de va-et-vient; cet excentrique est calé à angle droit sur la manivelle. Deux boîtes portant des segments en bronze poussés par des ressorts d'acier, maintiennent le tiroir dans l'axe du cylindre et empêchent le passage de l'eau autour du tiroir pendant son mouvement de va-et-vient. A l'intérieur de ce tiroir se meut un piston garni de cuirs emboutis. Ce piston a $0^m.055$ de diamètre et $0^m.120$ de course; l'eau, en agissant successivement sur ses deux faces, lui communique un mouvement horizontal alternatif; ce mouvement est transmis, par l'intermédiaire d'une bielle, à un arbre coudé qui porte la roue d'angle destinée à transmettre le mouvement de rotation de l'arbre à la machine à forer; cet arbre porte également deux volants de $0^m.45$ de diamètre environ. On remarquera cette particularité que, dans le moteur de M. Perret, le piston se meut dans son tiroir.

L'eau destinée à agir sur le piston arrive à la partie supérieure du cylindre extérieur; l'eau qui a agi sur le piston s'échappe par deux tuyaux placés à l'arrière et de chaque côté du cylindre.

Pour mettre ce moteur en mouvement, il suffit d'ouvrir le robinet d'admission de l'eau, de faire tourner à la main les volants jusqu'à ce que les ouvertures d'une des extrémités du tiroir soient en regard des ouvertures correspondantes de l'enveloppe cylindrique : l'eau s'introduit alors dans le tiroir et vient presser le piston qu'elle fait marcher, tandis que le liquide qui se trouvait de l'autre côté du piston s'échappe; l'arbre des volants, en tournant, fait marcher le tiroir; le même effet se produira quand le tiroir arrivera à l'autre extrémité de sa course, et ainsi de suite.

La machine à forer se compose d'un cylindre en bronze venu de fonte avec celui du moteur, et dont l'intérieur est parfaitement alésé sur toute sa longueur de $0^m.140$. Dans ce cylindre se meut un piston de $0^m.110$ de diamètre également en bronze, c'est le *piston propulseur* du foret; à ce piston est fixé un arbre héxagonal en acier fondu de $1^m.450$ de longueur, percé d'un bout à l'autre d'un trou de $0^m.016$ de diamètre; c'est à l'extrémité libre de cet arbre qu'on fixe les outils destinés à entailler la roche. Cet arbre traverse une douille en fer prise entre deux coussinets fixés à l'avant du bâti du perforateur; cette douille porte un petit pignon conique. Un arbre, incliné par rapport à l'axe du cylindre inférieur et reposant sur des coussinets, porte à l'une de ses extrémités une petite roue conique qui engrène avec le pignon précédent, tandis qu'à son autre extrémité est calée une roue d'angle en bronze qui engrène avec celle portée par l'arbre des volants que nous avons indiquée plus haut. Il est facile de comprendre d'après cela comment le mouvement du moteur à pression d'eau produit le mouvement de rotation du foret; quant au mouvement d'avancement du foret, il est produit par l'admission directe de l'eau dans le cylindre inférieur : cette eau vient agir constamment contre le piston propulseur; elle est prise sur la même conduite qui sert à mettre le moteur en mouvement. Un robinet à deux eaux, placé à l'extrémité du tuyau qui amène l'eau, permet de déverser directement une partie de l'eau qui arrive et, par suite, de faire varier à volonté la pression sur le piston. On peut obtenir facilemement des pressions con-

sidérables sur ce piston : pour une pression de 12 atmosphères, on aurait une charge maximum agissant sur le foret de $\frac{\pi . \overline{11}^2}{4} \times 12 \times 1^k,0325 = 1177$ kilog. environ; cette pression permet d'attaquer toutes les roches.

Lorsque le trou de mine est percé sur la longueur voulue et qu'on veut faire revenir l'outil en arrière pour le sortir du trou, on ferme l'admission de l'eau contre la face postérieure du piston propulseur, et au moyen d'un robinet à deux eaux, on envoie l'eau contre la face antérieure de ce même piston, en ayant soin d'ouvrir le robinet d'échappement de l'eau qui est à l'avant du piston; l'arbre du perforateur est alors ramené hors du trou.

Les trous que l'on peut ainsi percer ont de $0^m.90$ à $1^m.00$ de long et de $0^m.035$ à $0^m.060$ de diamètre.

La machine à pression d'eau de M. Perret peut également marcher à l'air comprimé, mais elle a été imaginée et construite en vue d'utiliser la force motrice de l'eau. Nous ne pouvons nous étendre ici sur l'étude de ce moteur en lui-même; il suffira de dire que des expériences qui ont été faites, en 1864, par M. C. de Lacolonge, à Bordeaux, il résulte que son rendement, dans de bonnes conditions, a toujours été supérieur à 0.60; ce rendement, on le sait, est celui des bons moteurs hydrauliques. Aussi n'est-il pas douteux que le moteur si ingénieux de M. Perret ne soit utilisé d'une façon très-avantageuse dans les villes qui peuvent distribuer à leurs habitants de l'eau à une certaine pression. Cette question de l'utilisation de la pression de l'eau dans les conduites des grandes villes pour créer de la force motrice à domicile est plus que jamais à l'ordre du jour; il suffit, pour s'en convaincre, de voir combien de machines différentes ont été imaginées dans tous les pays en vue de la solution de ce problème. Celle de M. Perret nous semble par sa simplicité, son petit volume et son rendement, devoir lutter avantageusement avec toutes les autres, car, bien qu'appliquée ici à faire mouvoir un perforateur, elle peut néanmoins servir à tous les usages des machines à vapeur ou hydrauliques rotatives.

Les outils de forage que l'on place à l'extrémité de l'arbre du perforateur varient suivant la nature de la roche à entamer; ce sont, soit des mèches en acier, lorsqu'il s'agit de pierres tendres ou de métaux, soit l'appareil Leschot pour les roches très-dures.

Ce dernier outil consiste en une bague en fer doux de $0^m.05$ de longueur environ qui s'adapte au moyen d'un emmanchement à baïonnette à l'extrémité de l'arbre creux du perforateur; dans la face antérieure de cette bague sont sertis un certain nombre de diamants noirs. Par suite du mouvement de rotation de l'arbre qui porte la bague, ces diamants pulvérisent une zône annulaire de la roche et laissent au centre du trou un cylindre de roche qui s'introduit dans le trou de l'arbre du perforateur et qu'on casse au besoin au moyen d'un léger choc. Afin de rafraîchir l'outil et d'enlever la poussière qu'il a produite par son travail, on fait arriver un filet d'eau par le centre de l'arbre.

Il est clair que l'on peut construire des bagues semblables armées de minéraux autres que le diamant, et dont la dureté soit proportionnée à celle de la substance à entailler. Le diamant noir est une variété du diamant transparent plus commune que ce dernier et ayant une valeur beaucoup moindre que celui-ci; il en vient une assez grande quantité du Brésil. Son prix n'est plus proportionnel au carré de son poids en carats, comme cela a lieu pour les diamants incolores, mais il est simplement proportionnel au poids. Les gens du métier estiment que les diamants noirs non cristallisés sont plus durs que ceux en cristaux et doivent par suite leur être préférés pour armer les bagues. L'expérience semble d'ailleurs avoir prouvé que la saillie des diamants sur la bague en fer doit être

d'autant plus petite que la roche est plus dure, afin d'éviter leur déchaussement. Le prix d'une bague armée de diamants noirs est d'environ 175 francs; quand elle est hors de service, elle a encore la moitié de la valeur de ce prix d'achat.

Lorsqu'il devient nécessaire de nettoyer l'intérieur de l'outil, on dévisse le fond du cylindre propulseur, on enlève avec une clef un boulon qui ferme l'axe du piston que renferme ce cylindre et, au moyen d'une longue curette, on fait sortir les débris de roche.

Le prix de la machine que nous venons de décrire est d'environ 2000 francs.

C'est à M. de la Roche-Tolay, ingénieur des ponts et chaussées et sous-directeur de la construction des chemins de fer du Midi, que revient l'idée d'appliquer le moteur de M. Perret à mettre en mouvement un appareil de perforation.

Outre la machine que nous venons d'indiquer, ces deux ingénieurs ont exposé les dessins d'un projet de chariot à perforateurs permettant de faire huit trous de mine à la fois et spécialement destiné au percement des souterrains de chemins de fer. En voici la description : Le chariot se compose de deux plaques de tôle de fer verticales, ou *flasques*, munies de cornières et dont l'écartement est maintenu par des entretoises. Chacune de ces flasques porte à l'avant deux tiges verticales filetées, autour desquelles se meuvent quatre écrous; ces écrous supportent deux à deux des traverses en fer qui, par ce moyen, peuvent s'élever ou s'abaisser le long des tiges filetées, en restant parallèles entre elles; les écrous portent des roues coniques faisant corps avec eux et qui engrènent avec des roues d'égal diamètre fixées aux douilles en fonte qui enveloppent les traverses. En faisant tourner ces douilles, la roue qui fait corps avec chacune d'elles fait tourner le pignon conique relié à l'écrou correspondant, et le mouvement de la traverse dans le plan vertical est ainsi produit. Chacune des deux traverses en fer supporte un cadre en fonte; à ces cadres sont fixées, au moyen d'une douille et de deux écrous, deux barres de fer dont l'autre extrémité porte une chape et un boulon qui permet de les fixer aux montants du chariot à la hauteur voulue; chaque cadre est relié à la traverse qui le supporte, de façon à pouvoir prendre autour de cette traverse une inclinaison de 0° à 40° dans le plan vertical.

Tout ce chariot est porté sur deux paires de roues à boudins destinées à le transporter sur les rails de la galerie. Il est muni à son avant de quatre vis de calage placées chacune à l'un de ses coins en haut et en bas; ces vis, en venant presser, quand on les serre, contre le toit et le sol de la galerie, empêchent tout mouvement du chariot et, par suite, donnent aux forets un point d'appui pour leur avancement.

Chacun des cadres en fonte que nous venons d'indiquer peut recevoir quatre machines à forer; ces machines sont semblables à celle que nous avons décrite plus haut; on les fixe sur les cadres au moyen de crampons à vis; il en résulte qu'on pourra percer ainsi huit trous à la fois, auxquels on donnera l'inclinaison voulue, soit dans le plan horizontal, soit dans le plan vertical.

L'eau est amenée dans les cylindres moteurs par des tuyaux en caoutchouc; d'autres tuyaux analogues servent à l'écoulement du liquide qui a agi dans les cylindres. Chaque tuyau d'arrivée est muni d'un robinet à volant, et tous ces volants sont groupés ensemble sur le milieu d'un des côtés du bâti, à la portée de l'homme qui doit les manœuvrer.

Un réservoir d'air placé à l'arrière du bâti sur le parcours de l'eau qui arrive sert à amortir les chocs et à régulariser la vitesse de l'eau; ce réservoir est placé sur un tuyau en fonte auquel vient s'adapter le tube en caoutchouc qui

amène l'eau motrice : l'élasticité de ce dernier tube permet de faire avancer ou reculer le chariot d'une certaine longueur sans qu'il soit nécessaire de l'allonger.

Ce chariot à huit perforateurs n'a point encore été appliqué. La dépense qu'il entraînera sera de beaucoup augmentée par la nécessité d'élever l'eau à la hauteur voulue pour créer une pression suffisante dans les localités où l'on n'aura pas à sa disposition des chutes naturelles assez puissantes; aussi n'est-il destiné qu'à l'avancement des galeries souterraines d'une section considérable, comme les tunnels de chemins de fer. MM. de la Roche-Tolay et Perret estiment à environ 62,000 francs les frais d'installation d'un chariot semblable pour l'avancement d'un tunnel de la compagnie des chemins de fer du Midi, dans les Pyrénées, y compris la création de la chute nécessaire à faire mouvoir les perforateurs; pour réaliser cette chute, une locomobile enverrait de l'eau dans un réservoir en tôle placé, à une hauteur de plus de 100 mètres, sur la montagne qu'il s'agit de percer; de ce réservoir, l'eau serait amenée par une conduite au chariot que nous venons de décrire.

Les premiers essais du perforateur dont nous nous occupons ont été faits, en 1865, par la compagnie des chemins de fer du Midi, avec un appareil différent de celui que nous avons décrit. Le cylindre du moteur à pression d'eau était oscillant, l'arrivée et l'échappement de l'eau se faisaient par les tourillons; le moteur n'avait qu'un seul volant, et tout l'ensemble de l'appareil était porté par un montant vertical calé par une vis à sa partie supérieure contre le toit de la galerie et contre le sol par une semelle et des coins en bois; une crémaillère permettait de monter l'appareil à la hauteur voulue sur ce support, tandis qu'un taquet à ressort l'empêchait de descendre. L'arbre perforateur portait une bague du système Leschot. L'oscillation du cylindre avait pour effet de diminuer la stabilité de l'ensemble de l'appareil, en sorte que le foret lui-même subissait des oscillations pendant le mouvement; l'adoption des cylindres fixes a fait disparaître cet inconvénient.

Les expériences qui ont été faites sur le perforateur de MM. de la Roche-Tolay et Perret avec la bague Leschot ont semblé établir les résultats suivants : une dépense de 75 litres d'eau à une pression de 8 atmosphères produisant 100 tours du foret, les avancements suivants auraient été réalisés par minute :

Dans des micaschistes anciens contenant peu de quartz (souterrain de Port-Vendres). 0m.030
Dans les mêmes roches renfermant de fortes veines de quartz. 0m.010 à 0m.015
Dans du quartz provenant du souterrain du Mont Cenis. 0m.014
Dans un calcaire domilitique très-dur provenant du souterrain de Cantegals (ligne de Rodez à Montpellier). 0m.020

Lorsque, toujours en employant de l'eau à la pression de huit atmosphères, on a fait faire à la machine 250 tours par minute, on a obtenu par minute les avancements suivants du foret :

Dans les micaschistes anciens du souterrain de Port-Vendres contenant peu de quartz. 0m.075
Dans les mêmes roches renfermant de fortes veines de quartz. 0m.025 à 0m.037
Dans du quartz provenant du souterrain du mont Cenis. 0m.035
Dans le calcaire domilitique très-dur du souterrain de Cantegals. . . 0m.050

On voit par là que l'avancement du foret serait proportionnel à la vitesse, puisque quand la vitesse a augmenté dans la proportion de 1 à 2,50, l'avancement a augmenté dans les rapports de 30 à 75, de 15 à 37, de 14 à 35, de 20 à 50 pour les différentes roches.

Quant aux résultats économiques de l'appareil, nous rapporterons les suivants que les inventeurs indiquent eux-mêmes avec réserve en l'absence d'une application pratique de leurs appareils.

Avec la bague Lesehot, qui leur a paru donner les meilleurs résultats dans la plupart des roches, MM. de la Roche-Tolay et Perret évaluent, sans y comprendre les frais d'installation, le prix d'un mètre courant de trou de mine à 1f.50, tandis que, percé par les moyens ordinaires, il coûterait 6 francs. Ils pensent qu'en employant le chariot décrit ci-dessus, un avancement de 10 mètres par mois pourrait être porté à 40 mètres dans les petites galeries, avec diminution de la dépense générale.

Dans le cas où l'eau qui fait mouvoir les appareils est élevée artificiellement, l'économie totale sur le prix de la galerie d'avancement serait de 15 pour 100 ; si l'eau se trouvait naturellement à la hauteur voulue pour avoir la pression nécessaire, l'économie serait de 40 pour 100. Il est évident que c'est dans ce dernier cas que l'emploi de l'appareil sera le plus avantageux; c'est aussi dans ce dernier cas qu'il sera le plus commode.

Perforateur a vapeur, de *M. Herman Haupt*, ingénieur civil à Philadelphie.

Le perforateur de M. Haupt diffère essentiellement de ceux qui ont été imaginés jusqu'ici; son inventeur connaissant toutes les objections qui ont été faites à l'emploi de la vapeur pour faire travailler les fleurets dans les galeries de mines ou les tunnels, a cherché à éviter les inconvénients signalés comme inhérents à ce genre d'appareils, tout en employant la vapeur comme moteur. Le perforateur qu'il a exposé est le résultat de nombreuses expériences et de plusieurs modifications successives apportées à son idée première[1].

Nous allons décrire d'abord le perforateur de M. Haupt, en le considérant tel qu'il est exposé au Champ de Mars; nous indiquerons ensuite la façon dont cet appareil est mis en œuvre pour le percement des tunnels ou des galeries de mines.

L'appareil de M. Haupt n'est pas ce que l'on appelle un perforateur à rotation; le foret qu'il porte reçoit trois mouvements : 1° un mouvement de va-et-vient suivant son axe; 2° un mouvement de rotation autour de son axe; 3° un mouvement d'avancement suivant son axe.

Le foret passe à travers la tige creuse d'un piston qui se meut dans un cylindre à vapeur; il est fixé à cette tige creuse par l'extrémité d'arrière tournée vers l'ouvrier qui conduit le perforateur; le mouvement de va-et-vient du piston est communiqué directement au fleuret. Pour produire ce mouvement le tiroir a une disposition spéciale. (Voir pl. XVI, fig. 1 et 2.); sa boîte est cylindrique. Le tiroir lui-même se compose d'un tube autour duquel sont fixées quatre rondelles métalliques, tournées avec grand soin, de façon à boucher hermétiquement la section de la boîte cylindrique dans laquelle elles se meuvent; les deux rondelles du milieu ouvrent et ferment les lumières d'admission en se déplaçant dans la boîte cylindrique. La tige qui fait mouvoir ce tiroir n'est pas fixée à lui d'une façon rigide; elle se termine par un piston qui est placé dans l'intérieur du tube à rondelles; des deux côtés de ce piston sont fixés dans le tube des ressorts en spirale maintenus par des écrous évidés vissés aux deux bouts du tube. La tige

1. Il ne sera pas inutile de dire que M. Haupt a été successivement ingénieur en chef et administrateur général du chemin de fer de Pennsylvanie et du tunnel de Hoosac, professeur de génie civil au collége de Pennsylvanie et qu'enfin, pendant la dernière guerre, il fut placé comme brigadier général à la tête du service de la construction et de l'exploitation des chemins de fer destinés au transport des troupes fédérales.

de ce petit piston porte deux taquets dont la position peut varier à volonté sur cette tige, et un bras fixé à la tige creuse du grand piston vient, lors de la marche de ce dernier, butter alternativement contre chacun des deux taquets. Chaque fois que le contact a lieu entre le bras et le taquet, le mouvement n'est pas transmis directement au tiroir, mais le ressort en spirale correspondant est tendu par la pression du petit piston, et il cède jusqu'à un certain point au choc qu'il a reçu avant de surmonter l'inertie et le frottement du tiroir : il en résulte que le piston peut continuer à avancer dans le même sens pendant quelque temps après que le taquet qui doit faire admettre la vapeur pour la marche en sens inverse a été entraîné par la tige du grand piston. Cette disposition a pour objet d'éviter autant que possible l'admission de la vapeur dans le cylindre tant que le piston n'est pas arrivé à l'extrémité de sa course, toute avance à l'admission devant avoir pour effet, lorsque le piston arrive au terme de sa course en avant, d'amortir le choc du fleuret contre la roche et par suite de diminuer son effet utile. La disposition des lumières est fort simple : elles sont placées dans l'épaisseur des parois latérales de la boîte à tiroir ; l'admission a lieu par le côté gauche de la boîte et l'échappement par le côté droit. La distance entre les bords internes et externes des lumières d'admission est exactement la même que la distance entre les bords internes et externes des deux rondelles du milieu du tiroir. Les lumières d'échappement sont plus rapprochées des extrémités du cylindre ; il n'y a aucune communication entre le côté de la boîte à tiroir où se fait l'admission et celui où a lieu l'échappement. Dans les figures qui représentent cette disposition de tiroir, nous n'avons pu indiquer que les projections des positions des lumières.

Dans le même but, M. Haupt a imaginé une autre disposition du tiroir de son perforateur ; elle est représentée pl. XVI, fig. 3. La boîte à tiroir et le tiroir proprement dit ont toujours la disposition que nous venons d'indiquer ; mais ici la tige du tiroir ne porte plus qu'un taquet ; entre le taquet et le fond du cylindre cette tige est entourée d'un ressort en spirale ; un levier mobile autour d'un axe fixé contre le fond de la boîte du tiroir porte deux arrêts mobiles. On comprendra, en examinant la figure, que lorsque le grand piston arrivera à la fin de sa course en arrière, le bras qu'il porte viendra butter contre le taquet de la tige du tiroir, comprimera le ressort en spirale, fera saisir ce taquet par l'arrêt d'arrière du levier mobile et donnera la vapeur pour la course en avant ; pendant tout le temps de la marche du piston en avant, ce ressort restera comprimé, et par suite le tiroir sera immobile ; ce n'est qu'à la fin de la course en avant que le levier étant soulevé par le bras du piston, le ressort se détendra brusquement et le tiroir démasquera la lumière pour l'admission de la vapeur à l'avant du piston. Les taquets du levier mobile peuvent être changés de position à volonté, et un ressort maintient le levier toujours en contact avec le bras fixé à la tige du grand piston.

Ces tiroirs étant équilibrés nécessitent très-peu de force pour être mis en mouvement.

On voit par quel moyen le fleuret reçoit son mouvement de va-et-vient. Quant à la force du choc qu'il donnera contre la roche à percer, elle dépend de la pression de la vapeur et de la surface du piston sur lequel elle agit : le cylindre ayant un diamètre de $0^{m}.105$ et sa tige creuse un diamètre de $0^{m}.057$, cette tige se prolongeant des deux côtés du piston laisse une surface annulaire de $0^{m2}.0061$ sur laquelle agit la vapeur ; en supposant que cette dernière soit employée à une pression de 4 atm. 18 (60 livres anglaises), on aurait sur le piston une pression totale de 257 kil. environ, qui paraît suffisante pour le travail que l'on peut exiger de forets en acier. On remarquera, d'ailleurs, que l'effet utile du foret

dépend beaucoup plus de la section du piston et de la pression de la vapeur que de la longueur de la course du piston, et que la consommation de vapeur est proportionnelle à cette dernière dimension. La longueur de course du piston est de 0m.102; la vitesse du piston est d'environ 76 mètres par minute, ce qui correspond à environ 375 coups de foret par minute.

Le mouvement de rotation du foret est obtenu de la manière suivante (Pl. XV, fig. 4): La boîte dans laquelle est saisie la tige *n* du foret et qui tourne avec lui, porte en un point de son pourtour des dents formant un rochet *d*; autour de cette denture est un anneau muni d'un cliquet qui s'engage dans les dents de la roue à rochet; ce même anneau porte également un taquet *a* formant saillie; ce taquet passe dans une rainure inclinée ménagée dans l'enveloppe extérieure en tôle qui entoure le cylindre à vapeur : il en résulte que lorsque le piston moteur sera en mouvement dans son cylindre *c*, entraînant le foret avec lui, le taquet *a* participera à ce mouvement, il glissera dans la rainure inclinée, se déplacera par conséquent dans le plan vertical, fera tourner l'anneau avec lequel il fait corps, et, par suite, le cliquet fera tourner la roue à rochet *d*, c'est-à-dire le foret lui-même. Cette disposition serait cependant insuffisante, car le taquet se mouvant dans les deux sens dans sa rainure ferait tourner l'anneau qui porte le cliquet dans les deux sens et détruirait en quelque sorte, lors de la course en avant, l'effet utile qu'il aurait produit pendant la course en arrière. Pour éviter cet inconvénient et pour maintenir la rotation transmise au foret par l'encliquetage précédent, il existe un second rochet *b* placé à l'extrémité antérieure de la boîte qui porte le foret; une tige d'acier *c*, logée dans une retraite formée par l'enveloppe du cylindre, s'engage entre les dents de ce second rochet, de façon à ce que le mouvement de rotation ne puisse avoir lieu que dans un sens : la première roue à rochet *d* permet de transmettre à l'outil un mouvement de rotation ; la seconde oblige *b* ce mouvement à s'effectuer toujours dans le même sens.

L'une des difficultés principales à surmonter dans les perforateurs où le foret reçoit un mouvement de va-et-vient, consiste à régler convenablement l'avancement du foret. Dans les appareils (comme celui de MM. de la Roche-Tolay et Perret), où l'outil est constamment appliqué contre le rocher par une pression continue, on conçoit que, quel que soit le genre d'outil employé, celui-ci mordra la roche proportionnellement à sa dureté; il se règle automatiquement. Au contraire, dans un appareil comme celui de M. Haupt, si l'outil avance trop vite eu égard à la dureté de la roche, il pourra arriver que le tranchant du foret vienne butter contre le fond du trou avant que le piston ne soit arrivé à l'extrémité de sa course, c'est-à-dire avant que le tiroir n'ait été déplacé, et, par suite, l'outil pourrait s'arrêter; si, au contraire, l'outil avance trop doucement, il travaillera en quelque sorte à vide, et une partie de la force motrice dépensée aura été inutilisée : il est donc indispensable que le mouvement d'avancement du foret soit variable à volonté. M. Haupt, pour satisfaire à ces conditions, s'appuie sur le principe suivant : si le foret est emboîté dans le porte-foret de telle façon qu'on puisse à un moment donné arrêter subitement le mouvement de ce dernier, tandis que l'outil lui-même continuerait à se mouvoir, il est clair que chaque arrêt du porte-foret serait suivi d'un avancement de l'outil; mais comme ces temps d'arrêt du porte-foret auraient pour résultat de diminuer la force du choc contre le fond du trou de mine, on ne les produit que par intervalles. Le mécanisme qui sert à réaliser ce principe est le suivant (pl. XV, fig. 4; pl. XVI 5, 6): La boîte qui saisit le porte-foret *n* est conique à son extrémité d'arrière ; dans cette partie conique sont disposés quatre coins *m* qui entourent le porte-foret et, par leur pression contre les parois de la boîte, rendent cette boîte et la tige de

l'outil solidaires; un fort ressort en spirale *l* entoure le porte-foret; il est disposé dans une chambre ménagée dans la boîte, et c'est lui qui fait appuyer les coins contre les parois et produit le serrage. Contre la face du rochet qui termine à l'avant cette boîte de serrage sont disposés deux tasseaux *h*, aux extrémités d'un même diamètre; deux pièces formant enclumes *f* sont placées contre les tasseaux, et enfin une rondelle évidée de caoutchouc *g* ou de bois est fixée au bout des deux enclumes pour amortir les chocs. Ce mécanisme opère de la façon suivante : lorsque le piston arrive à l'extrémité de sa course en avant, les deux enclumes viennent butter contre le fond *e* du cylindre moteur qui est fixe; le piston continue à avancer, le ressort en spirale se tend et fait reculer les coins qui sont poussés en arrière et vont saisir plus loin la tige du foret; il en résulte en définitive un allongement de l'outil qui, par conséquent, mordra davantage dans la roche. Le contact entre les coins et la surface intérieure de la boîte de serrage doit être à frottement dur et, par suite, on s'abstient de graisser cette partie de l'appareil; l'écrou *p* qui bouche la boîte de serrage permet de changer le foret à volonté.

Le mécanisme que nous venons d'indiquer projette en quelque sorte le foret en avant (lorsque le ressort *l* se détend) jusqu'à ce qu'il vienne rencontrer le fond du trou. Pour que l'avancement fût convenablement réglé, il faudrait que la tige de l'outil fut ressaisie par les coins aussitôt arrivée au fond du trou, et pas avant : il est difficile de s'assurer qu'il en soit ainsi; et bien que les pièces de ce mécanisme soient très-simples et faciles à remplacer, il est à craindre que les chocs multipliés, nécessaires pour réaliser ce mouvement d'avancement, ne rendent les réparations fréquentes; en outre, on remarquera que dans cette disposition le mouvement d'avancement du foret n'est pas indépendant de celui du piston; il semble cependant possible de rendre ces deux mouvements indépendants l'un de l'autre; il suffirait pour cela de rendre variable à volonté la longueur des enclumes *f* qui produisent la tension du ressort en spirale *l*.

Une autre disposition a été imaginée par M. Haupt pour produire l'avancement du foret : elle consiste à utiliser la course en avant du piston pour comprimer un ressort qui, lors de la course en arrière, se détend et fait tourner un écrou qui commande l'outil. L'écrou *b* (pl. XVI, fig. 7, 8, 9) est renfermé dans une boîte *c* en deux parties qui s'assemblent au moyen de bagues à saillies *d* et de rainures; l'écrou porte intérieurement un pas de vis à filet carré, et la tige de l'outil porte une vis correspondante; à l'écrou est fixé un rochet *e*. L'enveloppe de l'écrou porte une retraite dans laquelle est logé le cliquet qui doit faire marcher le rochet et par suite l'écrou lui-même; ce cliquet *k* est appliqué contre la roue à rochet par un ressort *h* articulé avec lui et portant latéralement une crémaillère. Un levier coudé *g*, ayant également son point d'appui sur l'enveloppe de l'écrou, porte un arc denté, engrenant avec cette crémaillère; ce levier coudé est lui-même commandé par une tige *f* dont l'extrémité, terminée par un pas de vis, reçoit un bouton cylindrique un peu long : autour de cette tige est un fort ressort en spirale. Quand le piston, dans sa marche en arrière, rencontre le bouton qui termine la tige du levier, il pousse cette tige; le ressort en spirale se comprime, le levier coudé *g* tourne autour de son axe et, par l'intermédiaire de la crémaillère, soulève le cliquet *k*, qui monte le long des dents de la roue à rochet; cette dernière, maintenue par un ressort *l*, ne tourne pas. Quand le piston change de marche et va en avant, le ressort à boudin se détend brusquement et ramène le levier coudé *g*; le cliquet saisit alors une ou plusieurs dents de la roue et la fait tourner; l'écrou tourne en même temps que cette roue et fait avancer l'outil.

Cette disposition est très-simple et nous paraît bien préférable à la précé-

dente; elle répond à l'objection que nous signalions précédemment : ici l'on peut, en tournant le bouton à vis, faire varier dans une certaine mesure la longueur de la tige qui commande le mouvement d'avancement, et, par suite, ce dernier mouvement dépend en partie de l'homme qui fait marcher l'appareil; il n'est limité que par la longueur du cliquet et sera toujours suffisant, puisqu'il peut se reproduire à chaque coup de piston. En outre, les parties de l'appareil qui subissent des chocs sont extérieures, ce qui facilite les réparations; enfin ces chocs eux-mêmes, n'ayant à surmonter qu'une résistance relativement faible, seront moins nuisibles à l'ensemble du système.

Nous avons décrit en détail le perforateur de M. Haupt, nous allons maintenant indiquer comment on l'emploie. L'appareil est soutenu par un support formé de deux colonnes en fer creux de $0^m.101$ de diamètre extérieur et de $0^m.009$ d'épaisseur; ces deux colonnes sont réunies à leur base par un socle creux (pl. XVI, fig. 10, 11; pl. XV, fig. 12, 13, 15), portant autant d'orifices pour l'admission et l'échappement de la vapeur qu'elles doivent porter d'appareils; ce socle est lui-même réuni, par une sphère emboîtée dans une douille, au trépied qui forme la base du support et s'appuie sur le sol de la galerie. Les deux colonnes sont reliées à leur sommet par une bande de fer de $0^m.050$ de hauteur et de $0^m.019$ d'épaisseur, qui les embrasse. La partie supérieure de chaque colonne est formée d'un second tube creux d'un plus petit diamètre, qui s'emboîte dans le corps de la colonne comme les diverses fractions d'un télescope, et ce deuxième tube porte les vis, terminées par des pointes, qui servent à caler l'appareil par leur application contre le toit de la galerie; une goupille, qu'on passe dans des trous percés dans la colonne extérieure aux deux extrémités d'un même diamètre, sert de point d'appui à la base de ce tube de prolongement.

Chaque support ainsi composé peut recevoir trois ou quatre perforateurs. La distance entre les deux colonnes est de $0^m.254$ intérieurement et de $0^m.457$ extérieurement; on dispose dans la galerie ou le tunnel qu'il s'agit d'avancer autant de supports que sa largeur le permet.

Le perforateur a une longueur totale de $0^m.812$ et un poids de 57 kilog. environ; chacun de ces appareils repose à l'avant sur une traverse cylindrique qui embrasse les deux colonnes au moyen de colliers; à l'arrière, ils sont fixés par deux clefs qui pénètrent dans des orifices ménagés dans d'autres colliers pouvant glisser le long des colonnes qu'ils embrassent de façon à ce que les vibrations des tiges ne puissent guère les desserrer. Ces clefs sont reliées au cylindre par une articulation.

La distance entre les deux colonnes étant de $0^m.254$, le diamètre du cylindre de $0^m.152$ et sa longueur de $0^m.254$, il reste à droite et à gauche du cylindre un jeu de $0^m.101$; l'axe de rotation se trouve à environ $0^m.101$ en avant de l'axe des colonnes; il en résulte que le perforateur peut recevoir un déplacement horizontal de 90° autour de l'axe qui le relie aux tourillons; dans le plan vertical, il peut se déplacer autant que l'on veut. Des tuyaux en caoutchouc servent à amener la vapeur aux perforateurs et à laisser échapper celle qui a agi sur les pistons. On remarquera que ces tuyaux n'auront besoin d'être déplacés que lorsqu'on voudra changer les perforateurs ou en augmenter le nombre : en toute autre circonstance, il suffira pour transmettre le mouvement aux appareils de relier les tuyaux d'amenée de la vapeur, ainsi que le conduit d'échappement, avec le socle de support.

Différents appareils ont été imaginés en vue de manœuvrer dans les galeries en percement ces supports munis de perforateurs. C'est d'abord un levier à deux bras destiné à la manœuvre des supports. Ce levier (pl. XV, fig. 12, 13, 14, 15) est formé de plusieurs pièces de bois assemblées et soutenues entre elles et pou-

vant tourner autour d'un pivot central; les pièces supérieures sont munies de cornières en fer formant rails, sur lesquels se meuvent les roues qui supportent le contre-poids; on peut déplacer celui-ci au moyen d'une manivelle. Le levier peut tourner autour d'un pivot. Sur un rail circulaire, disposé à l'entour de l'axe, se meuvent des roues coniques qui facilitent ce mouvement et supportent le levier; le bras d'avant, qui doit soulever les supports, a 6m.080 de long, et le bras d'arrière, qui porte le contre-poids, a 4m.560. Ce levier mobile porte à l'extrémité de son bras d'avant une chaîne destinée à saisir les supports.

Lorsque les trous de mines sont complétement percés et prêts à être bourrés, on saisit avec ce levier les supports portant les perforateurs qui ont servi à les faire et on les dépose sur un chariot mobile sur une voie parallèle à celle du levier et qui permet de les ramener en arrière, hors de portée des débris qui pourraient être projetés par les explosions. Les rails sur lesquels se meut ce chariot sont eux-mêmes mobiles, de sorte qu'après avoir reculé ce dernier, on enlève les rails sur une longueur de 5 à 6 mètres en arrière du front de la galerie. Après l'explosion, on remet les perforateurs et leurs supports en place au moyen du même levier à chariot.

Derrière le chariot précédent destiné au transport des perforateurs avant ou après l'explosion des mines, se trouve un autre chariot relié avec le précédent et qui porte le générateur à vapeur qui fait mouvoir les pistons des appareils; le tuyau qui prend la vapeur de cette chaudière aboutit à un tube métallique placé parallèlement au front de la galerie et sur lequel s'embranchent les différents conduits en caoutchouc qui mènent la vapeur au socle de chaque support; une disposition analogue est employée pour les tuyaux d'échappement.

La manœuvre de douze perforateurs nécessite une chaudière de quarante chevaux, la force absorbée par chaque perforateur étant de trois chevaux environ. Cette chaudière est à foyer intérieur; sa cheminée est recourbée de façon à aller aboutir dans la conduite de ventilation, où se rend également la vapeur d'échappement des perforateurs : cette conduite de ventilation consiste en une boîte rectangulaire en bois placée dans un angle de la galerie contre le sol, et dans laquelle on fait le vide de l'extérieur. La vapeur d'échappement passe également dans cette conduite de ventilation au sortir des cylindres et vient augmenter l'aspiration produite de dehors par les ventilateurs. Un système de roues dentées, commandé par une manivelle et appliqué au chariot qui porte la chaudière, permet de faire mouvoir celle-ci sur les rails; sur le chariot qui se trouve en avant de la chaudière sont placés des réservoirs métalliques contenant de l'eau. On fait arriver un courant de vapeur à la surface de cette eau; la pression ainsi créée permet d'envoyer l'eau dans les trous de mines autour des forets. Il a été constaté, pendant le travail exécuté au tunnel de Hoosac avec l'appareil dont nous nous occupons, qu'il suffit d'envoyer de l'eau de temps en temps dan les trous.

Le combustible nécessaire à la marche de la chaudière est placé sur un chariot tender, situé en arrière de celle-ci; la consommation de charbon est d'une tonne pour neuf perforateurs travaillant 8 heures, c'est-à-dire une journée, le reste du temps étant employé à l'enlèvement des débris.

Le prix d'installation du matériel nécessaire pour le percement d'un tunnel de 4m.50 de large et de 1m.80 de haut, dans lequel 9 perforateurs à vapeur montés sur trois supports seraient affectés à l'avancement, est établi de la manière suivante par M. Haupt [1] :

1 Pour simplifier nous comptons le dollar à 5 francs.

27 perforateurs à 2500 francs l'un	67,500 francs.
3 supports à 1000 francs	3,000
1 levier et son chariot	2,000
1 chaudière de 30 chevaux	7,500
Chariot et tender	5,000
Chariots pour enlever les débris de roche provenant du sautage des mines	2,500
Machine de 20 chevaux et ventilateur à l'entrée du tunnel	12,500
Atelier de réparation des outils et son matériel	25,000
Forge et ses outils	2,500
Bâtiments	25,000
Conduite de ventilation	2,500
Tuyaux pour eau, vapeur, etc	2,500
Total	157,500 francs.

Quelques-uns de ces prix se ressentent de la cherté actuelle de la main-d'œuvre aux États-Unis.

S'il s'agit, non plus d'un tunnel, mais d'une galerie de mine, de 1m,80 de haut et autant de large, M. Haupt ne compte plus dans ses devis que deux perforateurs travaillant de front et consommant une force de 6 chevaux; les dimensions de la chaudière, du moteur de ventilation, des chariots, du levier, sont alors plus petites, et le devis est alors établi de cette façon par l'inventeur :

6 perforateurs à 2500 francs	15,000 francs.
1 support à 1000 francs	1,000
1 chaudière de 8 chevaux	3,000
1 levier et chariot	1,250
Chariot et tender	2,000
Chariot pour enlever les débris de roche provenant du sautage des mines	750
Machine à vapeur et ventilateur	5,000
Atelier et matériel de réparation	5,000
Forge et ses outils	1,000
Bâtiments	2,500
Planches pour conduite d'air	1,000
Tuyaux à eau, à vapeur, etc	500
Total	38,000 francs.

Il faut remarquer que l'ensemble de ce matériel n'est point à poste fixe dans la galerie, et pourra, en partie au moins, être transporté dans une autre galerie après l'achèvement de la première.

Dans les galeries de mines étroites, il sera souvent difficile d'adopter le matériel roulant employé pour la manœuvre du perforateur de M. Haupt, attendu qu'il faut pour cela établir dans la galerie deux voies parallèles : l'une sur laquelle se meut la chaudière, son tender et le chariot d'avant destiné à recevoir les perforateurs; l'autre sur laquelle se meut le chariot qui porte le levier de manœuvre des appareils; or, dans beaucoup de cas, on n'aura pas la largeur de galerie nécessaire à ces deux voies; il est juste de remarquer que ce matériel n'est pas indispensable pour le service du perforateur à vapeur, mais qu'il est destiné seulement à rendre son emploi plus commode et plus économique. C'est dans les galeries à grande section, et surtout dans les travaux à ciel ouvert, que

l'emploi de cet appareil sera commode, car dans ce dernier cas, on pourra simplifier encore le matériel, n'étant plus astreint à le faire mouvoir dans un espace limité en largeur; là, en outre, les inconvénients qui, dans les travaux souterrains, pourraient résulter de l'emploi de la vapeur seraient nuls, et, par suite, l'usage de cet appareil sera surtout avantageux dans des conditions analogues à celles-là.

L'avancement des forets du perforateur à vapeur dans une roche de dureté moyenne est de $0^m.05$ par minute. Au tunnel de Hoosac, où l'on a tenu compte du temps consacré au percement des trous, l'avancement moyen dans un schiste talqueux de dureté moyenne a été pour le travail des fleurets à la main d'environ $0^m.025$ par 10 minutes; il résulterait de là que les avancements dans les deux cas seraient dans le rapport de 1 à 20; cette différence énorme ne serait probablement pas réalisée dans toutes les roches, ni dans un travail courant. L'économie en argent serait, d'après M. Haupt, de près de 50 pour 100, et l'économie de temps de $\frac{4}{1}$ sur le travail à la main; le prix d'un mètre courant d'avancement dans un tunnel de $4^m.50$ sur $1^m.80$ et dans une roche de dureté moyenne serait de 265 francs en employant les perforateurs à vapeur.

Perforateur de MM. *Lisbet* et *Jacquet*. (Pl. XVI, fig. 16, 17, 18.)

Le perforateur de MM. Lisbet et Jacquet présente une certaine analogie avec les outils dont les constructeurs se servent pour percer les métaux en place; il se manœuvre à la main; un seul homme suffit à cette manœuvre. Il consiste simplement en un châssis en fer formé de deux parties étroites A, B pouvant glisser l'une dans l'autre, de façon à permettre d'allonger l'instrument suivant la hauteur de la galerie où l'on travaille. La partie inférieure du châssis porte une pointe aciérée C; à la partie supérieure est une vis terminée également par une pointe d'acier D. Les deux parties du châssis sont formées de lames de fer ou d'acier fondu plat de $0^m.120$ de large environ, recourbées deux fois à angle droit à leur extrémité, de façon à former un cadre à angles droits. Dans l'intervalle de $0^m.072$ compris entre ces lames est placé un coulisseau E que l'on peut fixer à la hauteur voulue sur le châssis au moyen d'une goupille que l'on fait passer à la fois dans un des trous que porte le coulisseau et dans un des orifices correspondants du châssis. Ce coulisseau porte un écrou F dans lequel passe une vis creuse G; l'intérieur de cette vis est traversé par une tige à l'une des extrémités de laquelle on fixe le foret; l'autre extrémité de ce porte-foret a une tête carrée H qui permet de le saisir avec un levier à cliquet K. L'ensemble de cette tige creuse qui traverse le porte-foret et de l'écrou dans lequel elle passe peut osciller autour de deux tourillons que porte le coulisseau, de façon à prendre telle inclinaison qu'on voudra donner aux trous de mine dans le plan vertical; une vis de pression L, qu'on peut serrer contre les coussinets qui embrassent le tourillon, permet de fixer l'appareil dans la direction voulue. Comme, d'ailleurs, l'ensemble de l'appareil peut tourner dans le sens horizontal autour des pointes C, D, qui fixent le châssis au toit et au sol de la galerie, et que le coulisseau lui-même est mobile sur le châssis, on conçoit qu'on pourra donner aux trous telle inclinaison et le percer à telle hauteur qu'on voudra. Un levier à cliquet K, qui embrasse la tête H de la tige porte-foret, permet d'imprimer à l'outil le mouvement de rotation qui doit entamer la roche, et, pour que ce mouvement de rotation du foret soit accompagné d'un mouvement d'avancement suivant l'axe de l'outil, la vis creuse G où passe le porte-foret se termine par une tête portant des encoches dans lesquelles pénètre un talon fixé au levier à cliquet; de la sorte, la rotation du levier, en faisant tourner le foret, fait aussi avancer la vis

dans l'écrou du coulisseau et, par suite, fait marcher le foret lui-même en avant. On emploie avec cet appareil des forets variant de $0^m.025$ à $0^m.038$ de diamètre.

Une autre disposition consiste à placer le foret, non plus à l'extrémité d'une tige pénétrant la vis qui se meut dans l'écrou du coulisseau, mais à l'extrémité d'une barre qui porte sur sa face supérieure une crémaillère : le coulisseau porte alors, non plus un écrou, mais un pignon qui transmet le mouvement à la crémaillère, c'est-à-dire au porte-foret.

Cet appareil est, comme on le voit, d'une grande simplicité; il permet de travailler même dans les roches dures, sauf toutefois le quartz. Les avantages qu'il offre sur le forage des trous de mines au fleuret ont été constatés par des essais faits en Belgique et en France. Ne pouvant les relater ici en détail, nous nous bornerons à indiquer les résultats moyens obtenus tels qu'ils sont consignés dans les rapports de différents ingénieurs qui ont expérimenté l'appareil.

En juillet 1864, à la fosse Villars (Anzin), on a obtenu, pendant deux journées d'expériences, les résultats suivants, l'outil étant manœuvré par deux ouvriers :

En 18 heures 25 minutes, on a percé une longueur de $19^m.64$ de trous.

Le temps absorbé par la pose du perforateur a été de..... 2 h. 21 m. 30 s.

Le temps total employé au forage, y compris la pose de l'outil, de..... 7 h. 14 m. 00 s.

Le temps employé au délai..... 11 h. 11 m. 00 s.

La galerie, située dans une roche pyriteuse assez dure, avait $1^m.90$ de haut sur $1^m.60$ de large ; son avancement pendant ces deux journées de travail a été de $2^m.10$. En tenant compte du temps employé à la pose de l'appareil, on voit qu'il a donné comme avancement moyen $19^m.64$ en 7 h. 14 m. ou $0^m.045$ par minute ; en laissant de côté le temps employé à la pose, on obtient comme avancement réel, non plus du travail, mais du foret, $19^m.64$ en 7 h. 14 m.—2 h. 21 m. 30 s., c'est-à-dire en 4 h. 52 m. 30 s., soit $0^m.067$ par minute. Pour apprécier ce résultat à sa juste valeur, il faudrait connaître le diamètre des trous percés et la nature exacte de la roche dans laquelle on les a forés.

Des expériences ont été faites en 1864, à Seraing (charbonnages de la Société de l'Espérance), dans un banc de grès de dureté moyenne; deux ouvriers ont foré avec le perforateur un trou de $0^m.04$ de diamètre et de $0^m.565$ de long, incliné de 8^0, au faîte d'une galerie, en 33 minutes, y compris le temps nécessaire pour mettre l'outil en place et changer les mèches, soit $0^m.017$ d'avancement moyen par minute.

D'autres essais faits dans différentes mines de Belgique ont constaté aussi une diminution sensible du prix d'avancement des galeries par l'emploi du perforateur de MM. Lisbet et Jacquet.

Ces résultats paraissent avoir été confirmés par des essais faits au Creusot, en 1864.

On voit que cet outil n'est point destiné à être mu mécaniquement; aussi l'avantage qui est résulté de son emploi provient-il, non point de la rapidité ni de la force avec laquelle il travaille, comme cela a lieu pour les perforateurs mécaniques, mais de la suppression des tâtonnements des ouvriers; ceux-ci n'ont plus, en effet, à se préoccuper, comme dans le cas où le fleuret est manœuvré à la main, de donner au trou la direction voulue; une fois l'outil mis en place et calé dans la direction à percer, il ne s'agit plus que de manœuvrer le levier à cliquet, et c'est là un travail qui ne demande plus tant à l'ouvrier une attention soutenue que de l'activité et de l'énergie.

Émile Souilé,
Ingénieur civil, ancien élève de l'Ecole des mines.

La suite à un prochain fascicule.)

BOIS ET FORÊTS

PAR M. **A. ROBINSON**,
professeur à l'Association polytechnique.

I

Exploitation. — Bois de chauffage, de construction et de marine.

Quelques esprits éminents, inquiets de l'avenir que les combustibles minéraux réservent aux générations futures, ont essayé de supputer le nombre d'années qui restent à s'écouler pour épuiser les gîtes connus de l'Angleterre, de la Belgique et de la France.

En Angleterre, sir William Armstrong, le célèbre ingénieur, estime qu'il suffira de deux siècles pour absorber les plus riches gisements de son pays. E. Hull, du département géologique central, après s'être livré à l'étude la plus approfondie de cette question, conclut à peu près dans ce sens.

En Belgique et en France, où les gisements sont moins puissants, il faudrait, on le présume, un peu moins de temps pour les absorber.

Ces calculs, il faut bien le dire, reposent sur des données trop vagues, au point de vue de la connaissance parfaite de la puissance des gîtes houillers, pour qu'on puisse les considérer comme sérieux. Cependant ils doivent appeler l'attention des gouvernements économes de leurs forces vitales.

Trois causes concourent puissamment à épuiser les houillères européennes : la consommation toujours croissante, le défaut d'économie qui préside à l'exploitation des gîtes, surtout en Angleterre, et la perte qui résulte de l'imperfection de nos foyers industriels et privés.

A la première de ces causes, l'ingénieur Nicholas Wood attribue un déchet annuel, perdu sans utilité, sans profit, pour les seules mines de Helton et de Black-Boy, situées sur une des plus belles veines du South-Staffordshire, évalué par lui à plus de 160 mille tonnes, soit le chargement de 300 grands navires.

De son côté, le département géologique embrassant tous les gisements du Royaume-Uni, évalue la perte, de même origine, à 20 pour 100 de la somme extraite, c'est-à-dire, en se basant sur le chiffre de 94,631,515 tonnes, extraites en 1865, à près de 19 millions de tonnes, soit, ce qui est triste à constater, plus du double de la quantité exportée dans la même année par ce royaume !

Si l'on pouvait admettre, sans conteste, ces chiffres comme exacts, l'avenir serait triste pour les générations futures. Mais quand on pense à ce que le génie de l'homme peut enfanter ; lorsqu'on jette un regard sur les produits de son intelligence : vapeur, gaz, électricité appliquée à la transmission de sa pensée, l'esprit se calme, se rassérène en songeant que des procédés de chauffage, émanant de sources connues ou inconnues : électricité, air, eau, sources inépui-

sables d'éléments propres à engendrer la combustion ou à l'entretenir, auront jailli du cerveau humain, et cela avant l'épuisement de la houille, dont on abuse si étrangement aujourd'hui et qui est cependant l'élément sur lequel reposent la force et la prépondérance de la nation qui le possède actuellement et qui saura en disposer le plus longtemps.

Mais en attendant la venue de cette catastrophe, dont personne ne peut fixer la date et avant l'éclair de génie que nous prévoyons, il est de la sagesse des nations, vivement intéressées dans la question à laquelle nous venons de toucher, de poursuivre, dans le reboisement des montagnes dénudées et accessibles à la végétation des essences forestières, de même que dans la plantation des surfaces inaccessibles aux autres produits du sol (dunes, marais), un succédané végétal, qui se renouvelle sans cesse, à ce combustible minéral qui s'épuise et ne se renouvellera plus.

Ce que nous disions tout à l'heure du combustible minéral, combien d'esprits prévoyants l'ont répété pour le combustible végétal : les arbres s'en vont de l'Europe, nos forêts se dépeuplent; et, tandis que les contrées du nord : l'Allemagne, la Prusse, sont encore couvertes de forêts, c'est-à-dire restent forestières, l'Angleterre, la Belgique, la France voient leurs bois disparaître et faire place à d'autres cultures.

Bien loin de notre époque, alors que les forêts couvraient la France, que la houille était inconnue à nos foyers et à notre industrie, au seizième siècle, Bernard Palissy écrivait : « Et quand ie considère la valeur des moindres gittes des arbres ou espines, ie suis tout émerueillé de la grande ignorance des hommes, lesquels il semble qu'auiourd'huy ils ne s'estudient qu'à rompre les belles forests que leurs prédécesseurs auoyent si précieusement gardées. Ie ne trouueroy pas mauuois qu'ils coupassent les forests, pourueu qu'ils en plantassent après quelques partie : mais ils ne se soucient aucunement du temps à venir, ne considéranst point le dommage qu'ils font à leurs enfants à l'aduenir.... Ie ne puis assez detester vne telle chose et ne la puis appeler faute mais malédiction, et vn malheur à toute la France, parce qu'après que tous les bois seront coupez, il faut que tous les arts cessent.... »

Puis, après la critique vient le conseil, chez cet esprit si merveilleusement ingénieux : « Quand ie serois grand seigneur de telles terres stériles de bois, ie contraindrois mes tenanciers pour le moins d'en semer quelque partie. Ils sont bien misérables, c'est un reuenu qui vient en dormant. »

Et puis encore : « Cuides-tu que ce soit peu de chose à l'homme prudent, qui considérera l'utilité du bois et qui sur toutes choses s'estudiera d'en avoir en son héritage? que saurois-tu faire sans bois? »

C'est, on le voit, une vieille question que celle du reboisement des terres dénudées, des montagnes et des landes, souvent agitée, souvent étudiée, réglementée, prescrite, jamais sérieusement exécutée.

Nous la voyons soulevée, en France, au point de vue des inondations ou comme moyen de fixation d'un sol mobile dans nos landes, ou en prévision de la pénurie du seul combustible, la tourbe exceptée, que nos pères employaient à leur chauffage ou à leur industrie.

Qu'il nous soit permis, tant la question a d'importance, de citer quelques exemples en dehors de celui de Palissy.

A propos de la fixation des dunes et d'un sol mobile, sur le littoral de l'Océan, entre Bayonne et la pointe de Grave, à l'embouchure de la Gironde, sur une superficie de 8000 kilomètres carrés, Brémontier, alors ingénieur en chef des ponts et chaussées dans le département de la Gironde, remettait, le 25 décembre 1790, à l'administration départementale, un projet élaboré, expérimenté

dix ans auparavant et ayant pour but l'ensemencement de cette vaste surface sans cesse envahissante et désolée [1].

Sur les mémoires présentés par Brémontier, l'administration départementale adopta les moyens qu'il avait préconisés pour la fixation des dunes et des sables, puis, pénétrée des avantages que l'État et les particuliers pourraient en retirer, elle l'autorisa à en faire l'essai entre la petite et la grande forêt de la Teste et d'Arcachon.

Malheureusement, ces essais, qui promettaient les meilleurs résultats, commencés en 1787, furent interrompus en 1789, repris en 1791, et enfin abandonnés, faute de fonds, en 1793.

Au point de vue général, le 8 septembre 1797, de Neufchâteau, alors ministre de l'intérieur, adresse une circulaire aux administrations centrales des départements dans laquelle il expose que, depuis un siècle, la consommation du bois en France excède sa production; que le mal s'accroît de jour en jour; que des défrichements trop multipliés, *surtout dans les montagnes*, l'accroissement de la population, la consommation augmentée par le luxe des constructions et des cheminées ou par la mauvaise disposition de ces dernières ont étendu la disette du bois de la manière la plus effrayante!

Et il ajoute qu'un des premiers soins du gouvernement doit être de ramener, autant que possible, l'équilibre entre la consommation et la reproduction du bois.

Puis il excite, il encourage, il récompense par des primes ou des médailles, — dernier moyen que nous employons aujourd'hui dans les landes.

Avant de Neufchâteau, les Trudaine s'étaient effrayés de la manie du défrichement, du dépouillement des montagnes, de la moitié des campagnes, et Turgot, éclairé par les avis de Buffon, de Réaumur et des rédacteurs de l'*Ami des hommes*, rédigeait un arrêt du Conseil pour forcer les propriétaires à planter un vingtième de leurs propriétés, sous peine d'être surtaxés aux impositions. Les défrichements marchent cependant toujours, si bien qu'en 1798, époque à laquelle de Neufchâteau louangeait les départements qui avaient répondu à son appel en plantant, en créant des pépinières, et appelait l'attention des propriétaires et des agriculteurs sur le moyen de rétablir les Landes, la triste Sologne et la Champagne pouilleuse, l'État possédait une superficie d'environ 1,957,363 hectares de forêts, et qu'en 1865, c'est-à-dire dans un laps de temps de soixante-sept années, 778,402 hectares de forêts furent aliénés, détruits, sans compter les bois particuliers, épars sur le territoire, qui s'en allaient, disparaissaient furtivement.

Aujourd'hui, on aliène toujours un peu; mais, en vertu de la loi du 28 juillet 1860 sur le reboisement des montagnes et la mise en valeur des marais et des terres incultes appartenant aux communes, les plantations se multiplien partout : on sème, on plante les landes, les montagnes, les terrains communaux; on repeuple et on aménage avec soin et persévérance les forêts domaniales; si bien que, dans quelques années, la France qui, plus que toute autre puissance industrielle, a besoin de songer à la régénération de ses forêts, pourra ne pas devenir tributaire des nations plus favorisées, ou perdre de sa prééminence en face de l'Amérique surtout, si jeune et si richement dotée en combustible végétal et minéral.

La France aura ainsi conjuré l'orage dont elle est menacée par l'épuisement de ses gîtes houillers, et, avec d'autant plus de raison que, dans l'état actuel, ces gîtes ne produisent que la moitié de la houille nécessaire à sa consomma-

1. En 1791, le général Claussen avait consolidé et fertilisé, de même, un désert de plusieurs milles sur le rivage septentrional de la Zélande.

tion, soit 135 à 140 millions de quintaux métriques, et qu'elle paye le tribut de l'autre moitié à trois puissances étrangères : à l'Angleterre, 19,138,036 quintaux métriques; à la Belgique, 38,892,931 ; à l'Association allemande, 12,876,846, et à d'autres pays 357,527 quintaux métriques, et en plus 7,345,348 quintaux métriques de coke des mêmes provenances.

De leur côté, l'Angleterre et la Belgique, dont les surfaces territoriales sont plus restreintes et rigoureusement nécessaires pour des cultures d'une utilité absolue, puisqu'elles touchent à la nourriture de leurs habitants, essayent de suppléer au défrichement de leurs bois ou à leur faible étendue par la culture des arbres isolés; de plus, l'Angleterre nous imite en peuplant ses landes, ses collines, soit toutes les surfaces improductives ou qu'elle ne peut transformer en pâturages, d'essences spéciales, de conifères.

Si nous remontons plus haut, nous voyons l'Angleterre nous donner l'exemple, depuis cinquante ans, d'un repeuplement considérable dû à l'initiative des particuliers, et nous citerons, entre autres, une surface de 7,000 hectares, couverte de bois, par le seul duc d'Athol.

C'est que partout autour de nous on sent la nécessité de parer à cette éventualité de chauffage, à ce besoin si impérieux de l'industie forestière, et, malgré le fer, à la régénération incessante des constructions navales.

Statistique forestière. Il nous a paru nécessaire de jeter un coup d'œil sur la situation actuelle de nos forêts et de constater quels ont été les résultats de la loi du 28 juillet 1860 sur le reboisement des montagnes.

Les forêts qui recouvrent le sol de la France se divisent en trois catégories : 1° forêts domaniales; 2° forêts des communes et des établissements publics et, 3° forêts des particuliers.

Les premières présentent seulement, aujourd'hui, une superficie de 1,154,069 hectares, y compris les forêts affectées à la dotation de la couronne;

Les secondes sont d'une étendue plus considérable; elles embrassent une superficie de 2,072,744 hectares;

Les troisièmes sont d'une étendue approximative de 6,126,839 hectares.

Ces trois chiffres réunis nous donnent donc la valeur totale de notre richesse forestière soit 9,353,652 hectares.

Nous jugerons, tout à l'heure, ce que cette surface réserve à l'exploitation du chêne de marine ou quelles sont les ressources actuelles des forêts domaniales au point de vue de cette culture spéciale.

Quant aux montagnes les chiffres suivants vont nous faire connaître quelles ont été les conséquences de la loi du 28 juillet 1860 sur leur reboisement.

Mais avant d'entrer dans le détail des résultats obtenus, il est nécessaire de faire connaître ou de rappeler que la loi précitée établit deux grandes catégories: les reboisements facultatifs et les reboisements obligatoires.

Les reboisements facultatifs sont ceux dont l'initiative a été laissée aux propriétaires du sol et à l'exécution desquels l'État contribue par des subventions en nature ou en argent. Ces reboisements, effectués sur les terrains qui constituent les bassins des cours d'eau torrentiels, ont pour but de concourir à la formation incessante d'un système de défense destiné à régulariser, insensiblement, les cours d'eau.

Les reboisements obligatoires sont ceux qui s'effectuent sur les points où le soin de la sureté exige la création des obstacles que cette opération doit opposer à l'action destructive des eaux : le ravinage, les éboulements, les torrents, les avalanches.

Les sècheries et les pépinières viennent compléter l'harmonie de la loi.

En 1861, l'étendue des terrains communaux et particuliers reboisés, avec subvention de l'État, s'est élevée à'. . . . . 3,237 hectares
La superficie des terrains domaniaux situés sur la pente ou le sommet des montagnes, repeuplées, a été de. . . . . 1,402 »

Soit une surface de reboisement facultatif de. . . . . 4,639 hectares

Pendant la même année, il a été préparé 129 projets de reboisement obligatoire embrassant une étendue de plus de 100,000 hectares de terrains situés dans les Alpes, les Pyrénées et les montagnes du centre de la France.

En 1862, il a été exécuté 9,354 hectares de reboisement facultatif réparti entre 39 départements.

Les repeuplements effectués dans la même année sur les terrains domaniaux, en montagne, embrassaient une superficie de 1,866 hectares.

L'étendue des reboisements obligatoires s'est élevée, dans la même année, à 2,061 hectares.

Les années qui suivent donnent une situation meilleure. On voit les reboisements facultatifs s'étendre, en 1863, à 10,980 hectares, dont 7,073 sur les terrains communaux et d'établissements publics, 2,157 sur des terrains particuliers et 1,750 en terrains domaniaux. Quant aux reboisements obligatoires ils s'élèvent à 1,853 hectares.

Enfin les projets étudiés pour reboisements obligatoires embrassaient, en 1863, une étendue de 140,539 hectares.

De 1864 à 1865 la surface des reboisements facultatifs et obligatoires atteignent environ 21,109 hectares.

De sorte que si nous groupons les résultats qui précèdent nous aurons une surface de 50,000 hectares, en nombre rond, de reboisement exécuté sous l'empire de la loi du 28 juillet 1860, dans l'espace de cinq années.

Pour compléter cet aperçu statistique des forêts de la France nous ajouterons que 17 forêts domaniales ont été aménagées, et que 61,000 hectares de reboisement et de gazonnement ont eu lieu dans l'année qui vient de s'écouler.

En somme notre richesse forestière doit, d'après les chiffres que nous avons établis, se résumer ainsi :

1° Forêts du domaine de l'État :

Régies par les finances	1,086,867 hectares
Affectées à la dotation de la couronne	67,202
2° Forêts communales et des établissements publics . . .	2,072,744
3° Forêts des particuliers, environ.	6,126,839
Soit un total de.	9,353,652 hectares

La plupart des contrées du Nord de l'Europe sont plus riches en forêts que la France, et les chiffres suivants, qui ne s'appliquent qu'aux principales puissances, vont nous le démontrer.

L'Autriche présentait, en 1862, alors qu'elle avait une surface territoriale de 644,850 kilomètres carrés, 31,815,394 jochs de forêts (18,631,095 hectares). Aujourd'hui, moins la Vénétie, cette superficie est de 31,466,809 jochs (18,426,963 hectares), sensiblement la même.

Quant à la Prusse, avant les annexions, sa superficie forestière était de 25,107,000 de morgens (6,276,750 hectares), et depuis les annexions, c'est-à-dire aujourd'hui, elle est de 31,850,000 de morgens (7,962,500 hectares), pour une superficie territoriale de 352,095 kilomètres carrés.

Nous n'avons pas de chiffres officiels pour la Suède ; il nous faut prendre tout

simplement l'évaluation du directeur de l'Institut forestier de Stockholm qui est de 25,920,000 tonnes de terre, (12,960,000 hectares).

La partie utile des forêts de la Norwège peut-être considérée comme égale à celle de la Suède. Cela paraîtra contradictoire si l'on songe que cette dernière contrée a une surface territoriale double de celle de la Norwège. Mais celle-ci est plus chaude; ce qui explique cette différence de production.

La Suède et la Norwège ont, ensemble, une étendue de territoire égale à 757,832 kilomètres carrés.

Enfin, la Russie, dont le territoire a une superficie de 5,450,194 kilomètres carrés, a 197 millions d'hectares de forêts. Mais cette surface n'est qu'une évaluation qui nous est donnée par M. Schnitzler, dans son remarquable ouvrage sur l'empire des tsars.

Nous avons à envisager, ici, les bois sous cinq aspects différents : 1° comme matériaux de construction ; 2° comme éléments de chauffage ; 3° comme matières employées dans les arts chimiques ou bois de teinture; 4° comme bois d'ébénisterie, de tabletterie, et 5° enfin, au point de vue de leur emploi dans la tonnellerie, la boissellerie et autres usages.

Comme matériaux de construction, il y a peu d'années, les bois étaient encore les éléments les plus indispensables dans l'art de bâtir. Aujourd'hui, le fer est venu insensiblement se substituer à eux dans les ponts, les écluses, les combles, les planchers; et si leur emploi est encore à peu près exclusif, ce n'est que dans les estacades, les échafauds, les cintres, les ponts de service, et enfin, comme appui, comme soutien des voies ferrées qui sillonnent le globe.

Ainsi, pour la destination des constructions, les bois, en général, semblent n'avoir plus de raison d'être, excepté pour les constructions rurales, et dans les localités où l'absence du fer et le prix trop élevé des transports font préférer l'emploi du bois. Dans les habitations rurales, il s'harmonise mieux avec l'entourage, et, selon nous, il devra toujours l'emporter sur le fer.

Il en est des constructions navales comme des constructions civiles : là aussi le fer tend, de jour en jour, à remplacer le bois, sans toutefois remplir parfaitement le but auquel on se propose d'atteindre, ce que nous verrons tout à l'heure.

Division des bois. — Le commerce et l'industrie forestière divisent les bois en essences ou en bois durs, et en bois blancs. Après leur exploitation, les bois se subdivisent en deux catégories : bois à ouvrer et bois à brûler. Ces deux dernières espèces se subdivivisent, à leur tour, en bois neuf et bois flotté.

Mais nous avons cru préférable d'adopter une classification répondant mieux à l'esprit qui doit présider à cette étude. Nous diviserons donc les bois en six classes : 1° bois durs; 2° bois blancs ; 3° bois résineux ; 4° bois fins ; 5° bois d'ébénisterie, et, 6° bois de teinture soit bois employés dans les industries chimiques.

La première de ces divisions renferme le chêne, l'orme, le hêtre, le frêne, le charme, le chataignier, le sycomore, l'acacia, l'érable et le platane.

Dans la deuxième division nous trouvons le bouleau, l'aulne, le peuplier, la bourdaine, le tremble, le saule, le marronnier d'Inde et le tilleul.

La troisième division réunit les bois résineux qui sont : le pin, le sapin, le mélèze, le cèdre, le cyprès et l'if.

La quatrième, celle des bois fins, renferme le merisier, le sorbier, le cornouiller, le poirier, le pommier, l'arbousier, le prunier, l'alisier, le néflier, etc., etc.

La cinquième division emprunte quelques espèces à la première et à la quatrième; elle compte également de nombreuses espèces exotiques. Ces bois sont : le cornouiller, le prunier, l'alisier, le bois jaune, l'acacia, le buis, la loupe

d'aulne, le noyer, l'abricotier, l'amandier, d'autres encore ; et ceux qui proviennent de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Océanie : tels sont l'acajou, l'aloès, l'angika, la caïl-cedra, le cedrel, le citron, le courbaril, l'ébène, l'érable, le bois de fer, la loupe de frêne, le grenadille, l'hespanille, le palissandre, le bois de teck, le thuya, le bois violet ou violette, le perdrix, etc.

Enfin, la sixième division, celle des bois de teintures, renferme un très-petit nombre d'espèces toutes exotiques, à savoir : le bois de Brésil, de Caliatour, de Caem, de Campêche, de Fernambouc, de Fustet, le bois jaune, de Sainte-Marie, de Santal ou Sandal, de Japon ou brésillet des Indes, etc.

Cette classification ne comprend pas les nombreuses espèces exotiques appartenant à la famille des conifères, des myrtacées, des légumineuses, etc., dont la nature, la qualité, la beauté du tissu, la résistance et la destination les font rentrer dans l'une des divisions que nous venons d'énumérer. Nous les étudierons en passant en revue les produits forestiers des colonies françaises et étrangères.

Les bois durs ont des destinations spéciales qui reposent essentiellement sur leur texture ferme, sur leurs fibres grosses et résistantes, sur leur coloration plus ou moins prononcée. Ils sont employés dans les constructions importantes, et, généralement, dans la menuiserie, la tonnellerie, le bâtis de divers meubles. L'acacia, entre autres, est estimé comme bois résistant par sa dureté qu'il doit à la proportion notable et à la grande cohésion de la cellulose qu'il renferme; en ce qu'il est peu imprégné de matière incrustante et que son prix est relativement moins élevé que celui des autres espèces de sa division. Aussi l'emploie-t-on, avec économie, pour fabriquer une foule d'objets qui doivent offrir la plus grande somme de résistance à l'usage : bobines des filatures, chevilles, dents de roues d'engrenage, rayes pour la carrosserie légère, coins de rails, boisage des mines, etc.

Le hêtre, le charme et le frêne sont pour nous des bois précieux : ils trouvent un large emploi dans la menuiserie, les meubles communs ; l'orme, très-fibreux et liant est employé pour confectionner les vis et les écrous de pressoirs, les canots et les avirons de marine, les affûts de canons, et, dans le charronnage, les moyeux, les brancards, etc.

Les bois blancs ont un tissu léger, blanc, mou ; leur fibre est fine, serrée ; aussi les emploie-t-on dans le charronnage secondaire, le lattis ; la menuiserie en tire un très-grand parti pour la construction des meubles à bon marché ou destinés à recevoir le placage d'autres essences plus riches. Certaines espèces sont utilisées par les tourneurs, les sculpteurs, les luthiers ; avec d'autres on fabrique les caisses d'emballage, les cercles de barriques, de cuves, de foudres, des tuyaux de conduites, des sabots, des bois d'alumettes et une foule d'ouvrages légers qui rentrent dans le domaine de la tabletterie.

Les bois résineux, par la disposition de leurs fibres et la résine qu'ils renferment dans leur tissu cellulaire, résistent énergiquement à l'écrasement et aux agents destructeurs de l'atmosphère. Aussi leur emploi est-il avantageux dans les fondations, comme pilotis, et dans toutes les constructions où le bois doit être employé debout ; mais c'est à la condition que l'arbre n'aura pas été exploité sur pied, pour l'extraction de la résine. Ce sont ces qualités essentielles qui font préférer les pins et sapins du nord à ceux du midi.

La légèreté des bois résineux, leur élasticité, leur longueur les font employer dans les charpentes à grandes portées ; ils rendent de grands services à la construction maritime pour la mâture des navires. Ces bois sont également employés dans des industries très-délicates que nous ferons connaître dans le cours de cette étude. Enfin, comme bois de chauffage les essences résineuses produisent, à

poids égal, beaucoup plus de chaleur que les bois blancs, — ce qui les a fait presque généralement adopter, depuis quelques années, à cause de leur longue flamme, par les boulangers et les pâtissiers, pour le chauffage de leurs fours.

Les bois fins, de la quatrième division, ont, en général, de faibles dimensions ; leur tissu est très-serré, plus compacte, plus uniforme et plus résistant que celui de toutes les autres espèces. Ils sont mis en usage par les tabletiers, les tourneurs, les sculpteurs, les modeleurs, etc.

Les bois d'ébénisterie ou de travail sont, à quelques exceptions près, tous exotiques. Leur beauté, leur dureté, leur tissu injecté de matières colorantes et inconstantes, leur cohésion parfaite les font rechercher pour la fabrication des meubles. Divisés en lames minces ou sculptés, ils sont susceptibles d'un très-beau poli que rehaussent leurs belles nuances.

Enfin, les bois de teinture sont ceux qui, par la grande quantité de matière colorante dont leur tissu est injecté, fournissent aux teinturiers et aux indienneurs les couleurs propres à leur industrie. Ils sont tous exotiques : c'est des Antilles, du Japon, des Indes Orientales qu'on les retire sous de faibles dimensions.

Il nous a paru nécessaire d'entrer dans les considérations qui précèdent pour bien faire comprendre tout l'intérêt qui s'attache à l'étude des industries forestières. Nous reviendrons, d'ailleurs, sur la destination de chaque espèce de bois à mesure qu'elle nous apparaîtra.

L'exploitation forestière produit : la moulée ou buche, le fagotage, les bois de marine, de charpente, de charronnage, de sciage et de menuiserie [1], les merrains, les lattes, les cercles, les échalas, la boissellerie, le sabotage, les écorces à tan et à liége, et la menuise qui produit, presque exclusivement, le charbon de bois.

Quelques détails sur chacune de ces espèces.

La moulée ou bois de moule et le fagotage sont des bois de chauffage.

Le bois de moulée, désigné aussi sous le nom de bois de compte, tire son origine de ce que des employés, appelés commis-mouleurs, étaient chargés, autrefois, de faire le triage des buches et de les compter avant que les marchands ne les eussent enlevées. Ils étaient tenus, également, avant de livrer ces bois, de les faire passer dans un anneau de fer, de six pieds et demi de circonférence, nommé moule.

Ces bois sont nos buches d'aujourd'hui, les plus grosses, d'un beau choix et régulières.

L'emploi de l'anneau n'a plus lieu et c'est au consommateur de rejeter lui-même ce que le commerce, devenu libre, tend à lui livrer de défectueux.

Après le bois de moulée, l'exploitation forestière nous fournit les sortes suivantes : buches ou tout gros bois de nature différente, de $1^{m},166$ à $1^{m},00$ de longueur et de diamètres variables; puis bois de travers et bois taillis en diamètre plus petit, variable aussi, mais dont la longueur est la même ; et ensuite les bois courtins, les tortillards, tous bois prohibés au mesurage : les premiers comme trop courts, les seconds comme trop défectueux, trop courbés.

Disons de suite que, comme bois de chauffage, les essences forestières sont : l'orme, le chêne, le charme, le hêtre, le chataignier. C'est ensuite le bouleau, le tremble, le peuplier et l'aulne. Mais ces derniers, spécialement destinés au chauffage des fours des boulangers et des pâtissiers, sont remplacés, aujourd'hui, en grande partie par le pin privé de son écorce.

Le chêne est considéré comme matière combustible de résistance. Mais il brule

1. Les bois de sciage et de menuiserie comprennent également les bois qui servent à des industries particulières : aux luthiers, aux tabletiers, etc.

sans accompagnement de ce qu'on appelle la réjouissance du foyer, la flamme. En général on lui préfère le charme et surtout le hêtre, bois de luxe par excellence : grande chaleur, flamme belle, claire, vive ; qualités qui sont disputées, ailleurs, par des essences exotiques parmi lesquelles il faut citer le hick ry ou pecan nut, (*Juglans olivæformis*), bois dont la flamme est brillante, étendue, qui répand pendant la combustion une odeur agréablement parfumée, qui s'allume avec facilité, brûle avec un léger pétillement, laisse un faible résidu et développe une grande quantité de calorique.

Sous le nom de fagotage, viennent se ranger les espèces suivantes de bois à brûler : coterets, fagots, margotins et falourdes.

Les premiers sont formés de quatre à cinq buches courtes, le plus souvent sans écorce, et liées au milieu. Ils ont $1^m,14$ de longueur sur $0^m,50$ à $0^m,79$ de circonférence.

Les seconds fagots sont, en général, composés de menus bois et fascines, souvent feuillues ; leur longueur varie entre $1^m,40$ et $1^m,45$, leur circonférence est de $0^m,50$ [1].

Les troisièmes sont de petits fagots composés de brindilles et de petits parements et dont la longueur est de $0^m,55$ et la circonférence de $0^m,40$.

Les falourdes sont de gros fagots formés exclusivement de rondins de bois blanc ou dur, neuf ou flotté de $1^m,14$ de longueur sur $1^m,00$ de circonférence.

On comprend également, dans le bois de chauffage, le bois de corde, livré autrefois en pile, suivant une ancienne mesure, *la corde*, d'où lui vient son nom. Ce sont des bûches de tous les diamètres, et qu'on mesure aujourd'hui au stère ou décastère. On l'emploie aussi à la fabrication du charbon. Cette catégorie se compose de bois neuf, de bois flotté et de bois blanc.

Ceci nous amène naturellement à expliquer ce qu'on entend par bois neuf et bois flotté.

La première expression s'applique à tout bois destiné soit au chauffage, soit à la construction, et dont le transport s'est effectué en bateau ou par charroi sur la voie de terre, et qui, conséquemment, n'a pas subi l'influence de l'eau.

Les bois flottés, au contraire, sont ceux qui ont été amenés aux lieux de consommation en flottant sur les cours d'eau, soit à bûches perdues, c'est-à-dire confiées isolément au cours de l'eau, soit en trains ou bois réunis, assemblés les uns aux autres à l'aide de perches liées entre elles au moyen de harts, riolles ou rouelles, de ferrures, et souvent supportés, de distance en distance, par des tonneaux vides et bien clos. Toutes les parties qui servent à l'assemblage des bois sont appelées étoffes.

Les trains se divisent en deux espèces : 1° les trains de bois de charpente, de sciage et de charronnage, et 2° les trains de bois de chauffage.

Le bois flotté est considéré, par les particuliers, comme inférieur au bois dont le transport s'est effectué différemment. C'est une erreur sur laquelle nous reviendrons en traitant de la conservation des bois ; mais nous pouvons dire ici que cette opinion s'applique surtout au bois de chauffage, qu'on estime mieux avec son écorce nette, propre, et lorsqu'il est parfaitement sec, conditions que n'offre pas le bois flotté, qui, de plus, produit une somme de calorique moins grande que l'autre espèce.

Cependant le bois neuf ou flotté renferme également des bois pelards, ou bois dont l'écorce a été enlevée pour faire du tan.

1. L'établissement des voies ferrées a donné lieu à une nouvelle industrie forestière : la confection de petits fagots de $1^m,05$ de longueur, liés au milieu et destinés spécialement à l'allumage des locomotives ou des machines à vapeur.

Quant au bois à œuvrer, c'est différent, l'industrie prohibe, au contraire, tout bois non flotté; et cette préférence que l'on accorde exclusivement au bois flotté repose sur une longue expérience que la science chimique est venue consacrer : c'est que l'eau, en pénétrant dans le tissu du bois, lui enlève tous les principes solubles qui concourraient sans cela à sa destruction.

Les bois à œuvrer sont employés aux ouvrages d'art, à la construction et à certaines industries. On les divise en cinq grandes classes : 1° bois de marine, 2° bois carrés ou de charpente, 3° bois de sciage, 4° bois de charronnage et de carrosserie, et 5° bois merrains.

Nous ne nous occuperons que des bois de marine, des bois de charronage et des merrains; les deux autres classes seront traitées par notre ami et collaborateur, M. Tronquoy. Nous nous bornerons tout simplement à les définir.

On entend par bois carrés ou de charpente tout bois destiné à la construction ou à l'art de bâtir. Ces bois, de dimensions exceptionnelles, sont le plus souvent équarris dans les forêts, à la hache, et livrés au commerce et à l'industrie par l'Autriche, l'Association allemande, la Belgique, la Norwége, la Suède, le Jura, la Suisse, et, depuis quelques années, par l'Angleterre, qui les tire de ses colonies ou de l'Amérique. Il en est de même des bois à brûler, du merrain, etc. Nous ferons connaître les quantités importées en France par les puissances étrangères et celles que nous exportons nous-mêmes.

Les bois de sciage et de menuiserie comprennent les bois carrés de petites dimensions, débités à la scie, comme solives, poteaux, et les bois plats : madriers, planches, lattes, etc.

Bois de marine.—On pourrait croire, en présence de la substitution incessante du fer au bois dans la construction navale, que la production de ce dernier deviendra sans objet, un jour, pour cette application. Or, les documents qui ont été publiés à ce sujet, et les discussions qui se sont produites, tendent à prouver le contraire. Nous avons même vu blâmer cette substitution systématique par des autorités très-compétentes, et cela à divers points de vue dignes de considération.

Sans vouloir entrer dans la discussion d'un fait aussi grave, nous nous bornerons à poser comme principe que si les bois durs, teck, angélique, coupi, djatti, etc., ont une valeur comme durée et comme résistance à la rupture, s'ils sont, de plus, moins accessibles à la pourriture, il n'est pas moins incontestable que certaines essences résineuses, plus légères, rendues moins putrescibles par les procédés de conservation résistent mieux, par leur mollesse et leur élasticité, à la pénétration du projectile; ce qui résulte d'expériences récemment faites, aux États-Unis et en Angleterre, à l'aide des nouveaux canons rayés et de leurs projectiles en acier.

N'avons-nous pas d'ailleurs un exemple remarquable de l'emploi du sapin rouge de Prusse dans la construction du monitor suédois, l'*Erickson?*

Les expériences dont nous parlons ont donné lieu à un fait très-remarquable, et qu'on devait prévoir, tant l'intelligence humaine est habile dans l'art de la destruction : c'est que la force de résistance tombe devant la force des projectiles qu'on lui oppose, à mesure qu'elle croît.

Tandis que l'homme s'ingénie à préserver, l'homme, aussi, trouve le moyen de détruire, tant il est vrai que, de nos jours, en engins de guerre, l'art de détruire croît en raison directe de l'art de défendre, et, dans l'espèce qui nous occupe, si, d'un côté, on augmente la défense, par un système combiné de fer et de bois, d'autre part on trouve parfaitement le moyen de vaincre.

Les canons rayés et renforcés par des cercles d'acier, les boulets de même

métal pleins ou creux, à formes cylindriques ou ogivo-cylindriques, selon le cas, traversant, déchirant violemment une muraille de bois de 0m,80 d'épaisseur, emprisonnée au milieu d'une cuirasse de 0m,15 à 0m,21 de fer; les canons rayés, pour navires à tourelles, avec obus ou boulets spéciaux capables de percer des murailles de toute espèce de navires cuirassés, à une distance de 1,800 à 3,212 mètres, nous donnent la preuve surabondante de cette ingénieuse et fatale faculté de l'homme.

Citons un exemple remarquable de tir, contre des plaques à cuirasse, faites en septembre 1866, en Angleterre, et qui donne à la fois la valeur des cuirasses et des projectiles.

Qu'on s'imagine une cible formée d'une plaque de fer laminé, de 0m,203, reposant sur un matelas de bois de teck, avec double coque intérieure en fer forgé, de 0,019 d'épaisseur. Ce massif étant, de plus, renforcé au moyen de traverses en fer forgé, disposées très-solidement à l'aide de chevilles de fer du système Palissier, et on aura la résistance. D'un autre côté, des projectiles de forme conique, d'un poids de 113kil.398, lancés par un canon en fer forgé de Woolwich, rayé, et de 0m,228 de calibre, traversant la cible, comme s'il se fût agi d'un simple écran de bois, et en produisant parfois des effets foudroyants, on aura la destruction.

N'a-t-on pas raison de se demander à quoi serviront nos navires cuirassés devant une semblable artillerie? Et nos navires en bois, sont-ils donc si impropres à servir dans un combat? que devient la théorie relative à la force respective des navires cuirassés et des navires en bois, à moins que les premiers ne soient construits dans le genre des monitors américains? et encore ceux-ci résisteront-ils à l'invention des torpilles ou autres engins sous-marins perfectionnés?

Les États-Unis et d'autres puissances maritimes de premier ordre ont donc compris qu'il était nécessaire, au point de vue de leur marine marchande, d'avoir des vaisseaux établis dans des conditions de vitesse qu'il importe d'obtenir d'un croiseur. L'attention du département de la marine des États-Unis s'est portée sur l'obligation d'augmenter sa force navale en créant des croiseurs donés de la vitesse la plus absolue, condition qui, dans la pensée du secrétaire de la marine, ne pouvait être remplie par les grands navires en fer [1].

Le gouvernement des États-Unis a donc fait mettre en chantier, dès 1864, plusieurs navires à grande vitesse, de 600, 900 et 1,350 tonneaux, portant 17 à 19 canons à pivot et de grande puissance. Les épreuves auxquelles quelques-uns de ces navires ont été soumis ont donné des résultats très-satisfaisants.

En 1864, la même puissance, douée de l'ardeur, de l'énergie et de l'intelligence qu'on lui connaît aujourd'hui en matière maritime, construisait sept navires rapides, en bois, plus imposants et plus forts, puisqu'ils sont de 3,200 à 3,700 tonneaux. Puis, en 1866, vingt navires, plus puissamment armés et à grande vitesse aussi.

Tous ces navires sont en bois, et destinés aux stations lointaines et aux croisières.

Enfin, dès cette même année de 1866, le gouvernement des États-Unis sentait la nécessité d'un approvisionnement considérable, en bois de marine, destiné à parer aux éventualités d'une guerre maritime. Aujourd'hui tous ses chantiers de construction sont largement approvisionnés.

D'un autre côté, la Hollande, dont l'influence maritime avait été si prépondé-

1. A dimensions égales les navires en fer pèsent plus et coûtent plus cher que les navires en bois, et ils fatiguent plus à la mer; sous les Tropiques, ils se détériorent davantage aussi.

rante naguère, et la marine si formidable au temps de Tromp et de Ruyter, en 1672, et qui, aujourd'hui encore, a su se conserver au fond de l'Orient cette même influence qu'elle avait en 1831, et se créer, par ses colonies, une puissance financière et commerciale non moins grande et plus utile, dans un projet récent de transformation de sa flotte, admet les espèces suivantes : 1° navires de guerre pour ses colonies et pour sa défense intérieure; les premiers au nombre de sept, dont trois frégates en fer et quatre corvettes de 60 mètres de long sur 13m,00 de largeur et 3m,50 de tirant d'eau, complétement en bois; mais avec pont recouvert de plaques de métal de 114 millimètres d'épaisseur pour les mettre à l'abri des grenades et des boulets rouges; 2° navires pour les colonies, au nombre de trente-quatre, dont dix corvettes sans blindage, également en bois; matière que le gouvernement hollandais considère plus convenable que le fer pour de grands navires destinés aux pays chauds. Parmi les navires construits pour la défense de l'intérieur, douze seraient en bois, et blindés.

Pour la construction de tous ces navires, c'est le bois de Djatti qui est préféré à tout autre, le chêne allié au fer ne pouvant résister à l'influence destructive de l'air sous les tropiques.

Enfin, et pour en finir avec ces appréciations du fer et du bois, nous ne pouvons nous empêcher de citer l'opinion de quelques officiers de la marine anglaise au sujet des navires cuirassés, à savoir : qu'un navire non cuirassé peut porter un poids triple d'artillerie de plus qu'un navire cuirassé de même tonnage; que si l'on admet navires cuirassés et navires en bois, placés sur le même pied d'impuissance contre l'artillerie actuelle, on sera conduit à se demander s'il ne serait pas raisonnable d'examiner de nouveau jusqu'à quel point la vieille flotte en bois doit être considérée comme inutile.

Quel que soit donc l'avenir que la construction navale réserve au fer, le bois sera toujours un des éléments les plus précieux soit pour la marine militaire, soit pour la marine marchande. Il est donc de la plus haute importance de faire produire à nos forêts les bois nécessaires à cette construction spéciale.

Les bois de marine sont des exceptions. Les constructions navales veulent des arbres doués de deux propriétés essentielles : les dimensions et les qualités. Pour atteindre à ce double but, alors qu'on ne songeait à faire intervenir le fer dans la construction des vaisseaux[1] que comme moyen d'assemblage des différentes parties de la membrure, l'État s'était réservé, par des lois spéciales, un droit de prise sur la propriété particulière, un droit de martelage que l'ordonnance du 14 décembre 1838 a supprimé, mais que les difficultés et la nécessité ont fait établir et réglementer, d'une façon nouvelle, par le décret du 16 octobre 1858.

Au moyen des dispositions de ce décret, qui ne s'applique qu'aux forêts domaniales, le département de la marine ne demande à l'administration des forêts qu'une partie de ses approvisionnements, celle qu'elle ne peut obtenir d'une manière convenable du commerce.

Le martelage des bois destinés à la marine, d'après le décret, est confié aux agents forestiers, de même que tous les martelages exécutés en forêts, et les bois qui proviennent de cette opération sont distraits des coupes et réservés pour l'État, qui les met à la disposition de la marine.

Ce nouveau système, inauguré par le décret du 16 octobre 1858, offre de sérieuses garanties pour les finances de l'État; il permet de juger quels sont les

1. Le premier exemple d'un navire en fer, qu'on puisse citer, c'est un navire construit, en 1787, par Wilkinson, pour naviguer sur le canal de Birmingham.

approvisionnements nécessaires à la marine ; il a pour effet de ne pas faire redouter des martelages exagérés, de nature à altérer la valeur des coupes, et il fait disparaître toute possibilité de fraude.

Mais il est un résultat très-important que l'opération du martelage effectué en vertu du décret précité a permis de constater : c'est d'avoir facilité au département de la marine le moyen de reconnaître l'importance de nos ressources forestières, au point de vue de la construction maritime, pour les bois de premières essences et de dimensions absolues.

Cependant quelques praticiens estiment que tout le domaine forestier, avec sa situation actuelle, ne peut fournir à la marine que 10,000 mètres cubes de bois équarris utiles, soit 20,000 mètres cubes de bois en grume, ou le quart de la quantité nécessaire à ses besoins annuels, c'est-à-dire 40,000 mètres cubes de chêne équarri au cinquième déduit ; ce qui représente 80,000 mètres cubes de chêne en grume.

Cette différence d'appréciation provient de ce que, d'une part, le martelage s'est effectué en bloc, et que, d'autre part, l'estimation de nos ressources forestières, en bois de marine, sauf la mâture, est le résultat d'une analyse particulière à chaque forêt domaniale.

Cette pénurie nous conduit à songer à nos colonies, à la Guyane, où, comme nous le verrons plus tard, les ressources forestières sont inépuisables et d'une valeur supérieure à toutes nos essences européennes.

Nous avons dit que les bois de marine étaient des exceptions. En effet, ce ne sont pas les bois qui proviennent de semis ou qui sont plantés et abandonnés à eux-mêmes qui peuvent donner de bons résultats. Dans ce cas, ils sont tout simplement propres à être employés comme bois de chauffage, et nullement utilisables pour l'industrie et la marine.

Pour satisfaire à ces deux spécialités, la marine surtout, il faut créer l'arbre, c'est-à-dire le faire croître en dehors des conditions habituelles, et il est nécessaire, pour cela, de lui faire subir, à mesure qu'il croît, des opérations particulières qui modifient ou développent, selon le cas, les parties qu'on a pour but d'obtenir.

Mais ces modifications ou ce développement de certaines parties de l'arbre reposent spécialement sur son organisation, et il est important d'être versé dans l'art de la culture forestière, et cet art repose essentiellement sur la science des organes qui constituent le végétal, sur leurs fonctions au point de vue organographique et physiologique.

Les essences employées par notre marine sont le chêne[1], exclusivement destiné à la charpente du vaisseau, puis l'orme qui sert à confectionner les cabestans; le frêne, à la construction des barres de cabestans, aux avirons et aux anspects ; le noyer, employé concurremment avec ce dernier à la construction des anspects; enfin le pin servant aux bordages. Les mâts sont en *pinus australis* des États-Unis (province du Sud).

Nous spécifierons les essences exotiques employées par les puissances étrangères à la construction de leurs navires en passant en revue les spécimens exposés, et, à leur défaut, nous ferons connaître celles que fournissent les colonies de toutes les nations ou celles sur lesquelles on a appelé l'attention des constructeurs de navires.

Nous allons indiquer sommairement les principes généraux sur lesquels repose

1. Les deux espèces qui restent au vieux continent et que la marine emploie actuellement sont : le chêne rouvre (*Quercus Robur*) ou chêne commun, et le chêne blanc (*Quercus alba*) (*Q. racemosa*).

le choix des arbres sur pied, essence chêne, et les qualités qu'ils doivent offrir à la marine.

Et tout d'abord c'est l'origine de l'arbre qu'il faut considérer. Celui qui vient de semis doit être préféré comme présentant les meilleures garanties d'avenir.

L'âge vient ensuite ; il varie de 150 à 200 ans.

Les dimensions, hauteur et grosseur, sont des qualités essentielles aussi, puisqu'elles doivent fournir au constructeur des pièces spéciales, obligées. Il faut donc des arbres de $1^m,80$, au minimum, et de $4^m,00$, au maximum de circonférence sur la plus grande hauteur possible, mais qui varie entre $4^m,00$ et $15^m,80$.

Il faut à la marine beaucoup de pièces courbes, c'est dire que l'arbre doit avoir une forme trapue, irrégulière quant à la tige; que sa cime ou houppe soit bien membrée, les branches grosses et de belles formes.

Enfin que l'arbre ait un aspect vigoureux; que son écorce soit saine et pleine de vie, qu'on nous permette cette expression, de manière qu'on devine sous cette enveloppe la force, la résistance, la qualité, la durée.

On comprend, dès lors, qu'il faut au chêne de marine, pour croître avec les qualités qui lui sont imposées ou qu'on exige de lui l'air, la lumière et de l'espace partout, une culture spéciale enfin.

L'air, pour y respirer largement.

La lumière, pour vivre sainement et vigoureusement.

Et l'espace partout, pour puiser dans l'atmosphère et dans la terre sa nourriture gazeuse, liquide et solide.

Avec l'air l'arbre file, il monte droit, ses fibres sont droites aussi ; il se débite bien à la scie, à la fente ; il est nerveux, élastique, souple, sain. Dans ces conditions il donne des pièces droites ou légèrement courbes.

Avec l'espace, dans l'air, il s'étend en cime et prend des formes précieuses à la marine; dans la terre ses racines se développent, s'étalent, se ramifient pour pomper dans le sol tous les éléments de son existence. L'arbre de cette espèce est précieux pour la marine à laquelle il fournit les courbes si rares et si recherchées.

Mais pour posséder, pour conquérir ces qualités de la façon la plus absolue, il faut que l'arbre pousse dans des conditions spéciales, difficiles, mais non impossibles à réaliser, la culture isolée, et qu'on aide à cette culture.

Ces qualités on les trouve un peu dans les sujets qui croissent en taillis, mieux dans ceux qui poussent en bordure, et, tout à fait, chez ceux qu'on désigne sous les noms de bois champêtres, de bois de fossés.

Voyons maintenant quelles sont les *espèces* et les dimensions imposées pour les besoins de la marine. (Voir les figures de la page suivante.)

Il lui faut trois genres de bois : les *bois droits*, les *bois courbants* et les *courbes*.

Les premiers s'expliquent ; ils sont complétement droits ou légèrement courbés ; ils constituent les *demi-baux*, les *barrots de gaillard* et les *plançons*. Cette dernière espèce est débitée en longs et épais madriers destinés à clore, sous les noms de *bordages* et de *vaigres*, soit l'extérieur, soit l'intérieur de la coque du vaisseau pour la rendre imperméable à l'eau.

Les *bois courbants* ont des formes courbes régulières, continues, sans jarrets ni coudes ou points de rebroussement; leur courbe est souvent dans le même plan, quelquefois dans deux; ce qui donne à la pièce la forme d'un S allongé; elles forment alors les *genoux* et les *allonges de revers*. D'autres, et c'est le plus petit nombre, sont courbés dans les deux sens ; on les désigne sous le nom de *bois à deux bouges*.

Il faut à tous ces bois un minimum de flèche qui se trouve au milieu de l'arc qu'ils décrivent ; mais seulement pour les pièces suivantes : *varangues plates* et

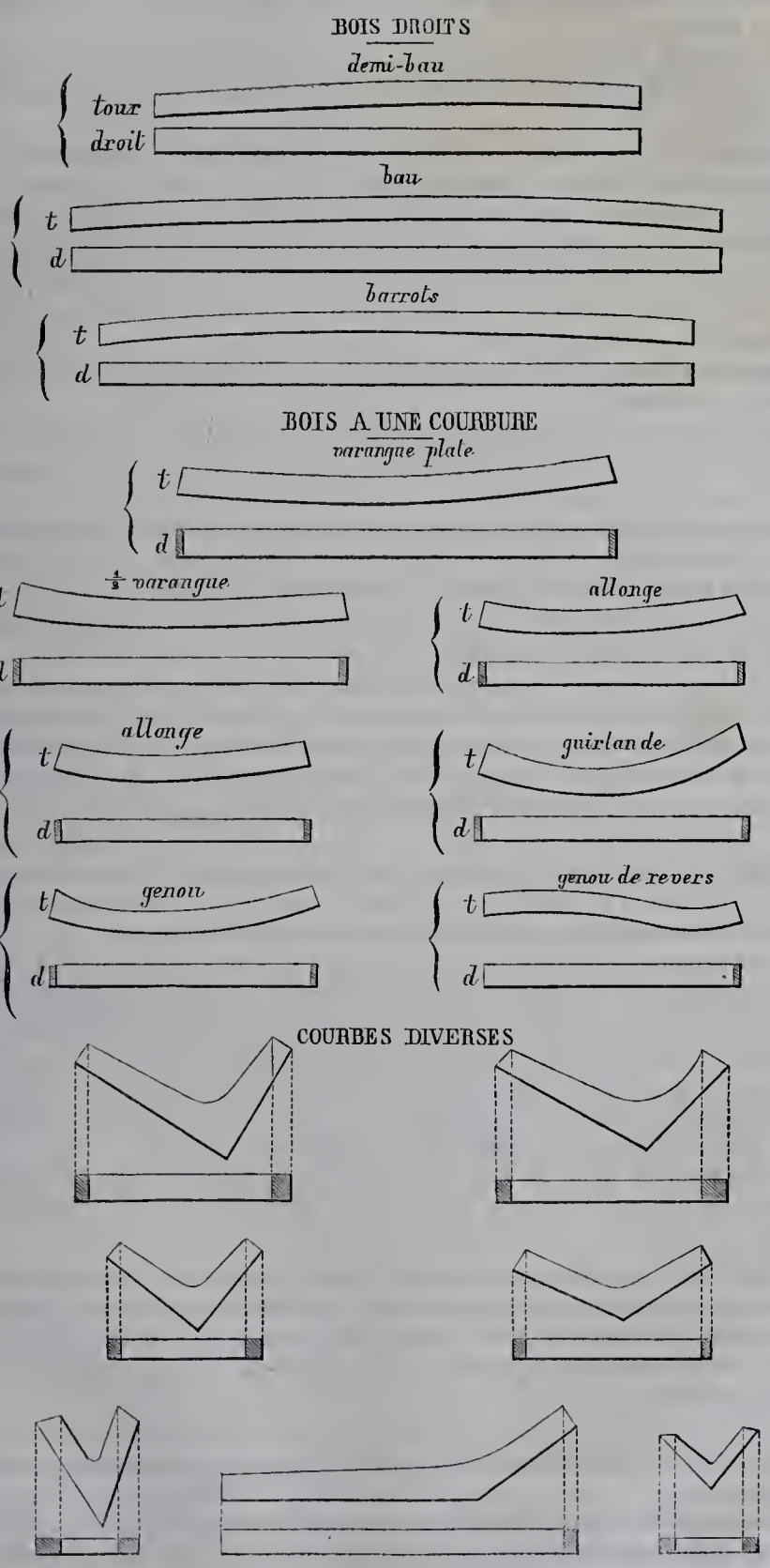

BOIS DROITS
demi-bau
tour
droit
bau
t
d
barrots
t
d
BOIS A UNE COURBURE
varangue plate
t
d
½ varangue
t
d
allonge
t
d
allonge
t
d
guirlande
t
d
genou
t
d
genou de revers
t
d
COURBES DIVERSES

Fig. 1.

guirlandes. Le plus souvent la flèche varie de place du milieu à l'extrémité, selon la pièce.

Les courbes sont des pièces droites, mais courbées à angle presque droit et qui présentent une courbure ou congé en un point de son milieu interne ou à l'intrados.

La marine divise les bois en sept *espèces*. Chaque espèce comprend des catégories ou variétés différentes en dimensions, selon qu'on les emploie à la construction des vaisseaux de haut bord, des frégates, des corvettes, des bricks, des avisos, des cutters ou des chaloupes, ou bien à l'une quelconque des parties de l'édifice.

Mais qu'il est difficile à la marine de trouver dans nos forêts les pièces courbes que nous venons d'indiquer, tant la pénurie de l'arbre qui les fournit est grande aujourd'hui.

Les conditions qu'il convient de remplir pour l'exploitation des bois de marine sont les suivantes :

1° Choix des arbres sur pied; 2° abattage; 3° élagage des branches et de la souche; 4° choix des arbres abattus; 5° extraction de la forêt; 6° transport, et 7° débit.

La première et la quatrième condition sont très-importantes, puisqu'elles ont pour conséquence d'éviter le transport onéreux d'un arbre dans les ports maritimes où il doit arriver en grume ou grossièrement équarri.

La marine tolère donc, pour ce dernier cas, un peu d'aubier, des flèches de 15 pour cent de largeur des faces adjacentes.

L'abattage qui consiste à jeter l'arbre bas doit être fait avec précaution : il faut déterminer la direction de la chute pour lui épargner toute cause d'avarie; le couper aussi près que possible du sol, quand on le sépare sur pied de sa racine, de façon à éviter ce qu'on appelle le *trou d'abattage*, trou qui se forme au pied du tronc et qui est causé par l'arrachement et la rupture des fibres du cœur au moment de l'abattage.

Quand l'abattage de l'arbre a lieu avec la souche, ce qui supprime la repousse qui a lieu dans le premier cas, on sépare la souche du tronc ainsi que les branches, et cela constitue, sauf les détails de l'opération, l'élagage.

L'extraction de la forêt qui consiste à retirer l'arbre du lieu où il a été abattu et élagué dans les conditions les plus favorables, se fait en profitant des routes ouvertes ou en en créant de nouvelles vers lesquelles on traîne l'arbre à l'aide de chevaux ou de bœufs. Ces derniers sont préférés à cause de leur patience à surmonter les obstacles. Dans certaines contrées où la voie préparée est une pente on fait glisser la pièce avec précaution; ce moyen de transport se nomme *schlitter*. Puis vient le flottage ou le transport par charroi ou par bateau.

L'opération du débit se fait sur le chantier maritime; elle est très-délicate puisqu'elle consiste à tirer le plus d'avantages possibles de l'arbre dont on a fait choix.

Les principes sur lesquels l'opération du débit repose sont les suivants :

1° Laisser à l'arbre sa longueur la plus absolue. Dans ce cas on préfère celui qui a été abattu avec sa racine; ce qui offre l'avantage de trouver des courbes au point d'intersection de la souche avec les racines et ce qui favorise l'arc des pièces courbantes;

2° S'assurer avant de couper l'arbre en cime si cette partie ne pourrait pas fournir une ou plusieurs courbes par son attache avec une ou plusieurs maîtresses branches.

Il arrive parfois que la découpe d'un arbre entraîne avec elle le sacrifice de parties importantes à d'autres destinations que la marine, mais que cette dernière se trouve dans l'obligation de sacrifier.

Nous laisserons de côté toute la nomenclature des défauts des bois; elle ne saurait prendre place ici sans augmenter le cadre qui nous est tracé, nous nous bornerons simplement à terminer cet aperçu rapide sur les bois de marine en indiquant les procédés mis en usage, dans l'exploitation des forêts, pour sonder les bois de cette espèce.

D'abord on emploie la scie dite *passe-partout* pour ébouter les pièces, pour étudier la nature et la continuité des vices extrêmes; opération délicate qu'il faut faire avec prudence pour ne pas écourter la pièce et la déclasser.

L'*herminette* sert à blanchir les extrémités des pièces de façon à permettre l'étude des qualités et des défauts du bois; elle sert aussi à *doler* ou *parer* les faces.

Puis viennent la *hache*, qui sert à mettre les nœuds, les roulures et les gélivures à nu, et la *gouge* qui fouille et purge les nœuds, — qu'on purge plus radicalement encore en employant l'outil désigné sous le nom de *cuiller à sabotier*.

On reconnaît la nature et l'étendue des vices d'un arbre ou d'une pièce à l'aide des *tarières*.

Enfin le *marteau à main*, manié par un homme expert, sert à faire juger de la qualité d'une pièce au son qu'elle rend, en la frappant, et des défauts qu'elle peut cacher.

Les figures (page 297) des principales pièces que nous venons d'énumérer donnent une idée plus nette de l'importance qui s'attache à l'exploitation du chêne de marine ; elles permettent aussi de faire comprendre au lecteur ce que notre description aurait pu laisser de doute dans son esprit.

Nous avons vu figurer parmi les produits de l'exploitation forestière les bois de menuise. Nous dirons de suite que c'est une variété de bois à brûler qui n'a pas la grosseur voulue pour être vendue avec le bois de compte ou les grosses bûches et le bois de corde. C'est donc un menu bois de moins de $0^{m}.16$ de circonférence et de toute essence.

Le bois de menuise est presque généralement converti en charbon ou débité en cotrets et en fagots.

L'exploitation forestière comprend encore les perches et les bourrées.

Bois de charronnage. — C'est le bois dont les charrons et les carrossiers se servent pour confectionner les roues de voitures, les trains de carrosses, les brancards, les chariots, les charrettes, etc. Nous avons vu que les bois de cette espèce étaient : l'orme, le chêne, le charme, le frêne et l'acacia.

En dehors des produits que la France fournit à cette industrie, le commerce est alimenté par les mêmes contrées qui nous fournissent les bois de construction, comme elles nous approvisionnent de ce qui nous manque en bois de chauffage, en perches, en merrains, etc., etc.

Merrains. — Dans cette espèce sont compris les échalas, le merrain à treillis, etc.; tous bois de fente et produits de bois durs : le chêne, le châtaignier, destinés généralement à la fabrication des futailles. Cependant certaines contrées emploient, pour la même destination, des bois blancs : le saule, le mûrier blanc, et des bois résineux : le pin, le sapin. Ces deux derniers sont utilisés pour confectionner des futailles qui servent d'enveloppes à des pièces de vin de luxe ou à renfermer des matières sèches.

On divise les merrains en plusieurs catégories qui sont le merrain à panneaux, le merrain à rayes, à futailles, à échalas, à treillis, etc.

En traitant des industries forestières, nous entrerons plus avant dans le détail de ces derniers produits.

Les trois grandes expositions universelles qui ont précédé celle à laquelle nous assistons aujourd'hui, nous ont donné, jusqu'à un certain point, la valeur des ressources forestières des puissances qui concouraient à ces grandes manifestations de la civilisation. Mais l'exhibition de ces produits si importants a-t-elle été aussi fructueuse, aussi significative qu'on devait s'y attendre? c'est ce que nos souvenirs et les documents qui nous ont été fournis à ce sujet vont nous permettre de juger.

L'exposition de 1855 renfermait la plupart des produits forestiers exposés en 1851, et, à l'exception des beaux spécimens que la Compagnie des Indes s'était abstenue de présenter une seconde fois, nous y avons retrouvé les grandes collections de l'exposition de Londres.

Il nous devient facile, dès lors, de résumer notre appréciation sur les produits forestiers exposés en 1851 et 1855, puisqu'ils étaient, presque tous, réunis de nouveau dans le local de notre exposition française.

L'Angleterre, en présence de l'insuffisance du territoire de la mère patrie, moins la houille, a su se créer dans ses colonies des ressources précieuses et nécessaires à son existence qu'elle importe chez elle et dans toutes les autres contrées de la vieille Europe, à l'aide de sa puissante marine marchande.

C'est ainsi qu'elle a pu approvisionner, depuis de longues années, tous ses ports de bois pour la charpente, pour la construction navale et l'ébénisterie; richesses dont elle nous a montré de splendides échantillons chez elle, en 1851, et, une fois de plus, chez nous, en 1855.

Les colonies anglaises qui avaient concouru à cette magnifique exhibition étaient : le Canada, la Guyane, la Nouvelle-Galles du Sud, la Jamaïque, le cap de Bonne-Espérance, la colonie de Victoria et celle de Van-Diémen. L'exposition forestière du Canada était remarquable par la beauté de ses produits, et la collection de ses bois s'élevait à 240 échantillons appartenant à cinq exposants, dont un groupe de divers producteurs sous le patronage du gouvernement colonial.

Parmi ces nombreux échantillons figuraient des essences d'une valeur commerciale et industrielle digne d'envie. Nous citerons, entre autres : des pins, des sapins, le chêne blanc (*quercus alba*) le chêne rouge (*quercus rubra*), le chêne noir (*quercus nigra*), le noyer noir (*juglans nigra*), l'orme blanc et rouge (*ulmus americana* et *fulva*), des acers, des érables, des frênes, une variété infinie d'essences de belle grandeur, d'homogénéité dans le tissu, de souplesse dans la fibre, de dureté, de couleurs différentes et harmonieuses : le noir, le violet, le rose, le blanc, le rosé; tous ces échantillons supérieurs pour la marine, admirables pour l'ébénisterie, la tabletterie, la sculpture, etc.

Les chiffres suivants vont donner une idée de la valeur commerciale des produits forestiers du Canada. En 1853, l'exportation de ses forêts s'élevait à 2,355,255 livres sterling (58,881,375 francs). Cette colonie absorbait à Québec, dans la même année, pour 620,187 livres sterling (15,504,475 francs) de bois de marine, et sa consommation intérieure s'élevait à cette époque, en bois de toutes espèces, à plus de 2 millions de livres sterling (50,000,000 francs), soit, pour l'ensemble des produits de la colonie, 4,975,442 livres sterling (124,386,050 fr.), chiffre imposant, sans doute, mais qui aujourd'hui a presque doublé.

Après le Canada venaient les produits de la Guyane anglaise, aux forêts profondes et abondamment pourvues des essences les plus variées, les plus précieuses et qui, de même que celles des Antilles et de l'Australie, fournissent à la mère patrie des bois propres à tous les genres de construction, et dont certaines essences rivalisent pour la beauté, pour la résistance et pour l'usage avec le fameux bois de Teck, dont la Compagnie des Indes présentait, en 1851, de si nombreux et de si remarquables échantillons.

Quarante-quatre échantillons de cette colonie figuraient à l'exposition de 1851; celle de 1855 en comptait cent dix de la plus grande beauté. Nous citerons les principaux : bois durs pour charpente, carrosserie, marine, menuiserie : le kaieeri-balli, le kakaralli (excellent à la mer), l'hurahée, l'adabadani, le ducuria, le kurakai; bois pour l'ébénisterie et la sculpture : le banya, le dacrydium Franklinii et une espèce de la famille des légumineuses, genre acacia, à odeur de violette, pour la sculpture et la marqueterie.

La Nouvelle-Galles du Sud, partie méridionale, offrait de nombreux échantillons, de grandes dimensions, d'une variété et d'une beauté telles que rien de semblable ne pouvait leur être comparé tant au point de vue scientifique qu'industriel. Tous ces bois étaient inconnus à l'ébénisterie européenne, à l'exception d'un individu, le *casuarina suberosa*.

Les plus remarquables de ces espèces, de familles différentes de celles qui croissent dans nos forêts, nous étaient désignées pour leur incorruptibilité sous l'eau et dans la terre. A l'œil, elles offraient des qualités supérieures pour l'ébénisterie, et ce qui venait augmenter leur valeur, c'était le parfum qu'elles exhalaient. Elles appartenaient, en effet, à la classe des légumineuses, à celle des myrtoïdées, des protéinées, des lauracées, des composées, des cédrélacées, etc., et une espèce particulière, curieuse entre toutes, non par des qualités propres à l'industrie, mais par sa nature spongieuse, par sa mollesse et sa propriété mucilagineuse qui en font, en cas de détresse, un aliment précieux.

La collection des bois de la Jamaïque, formée par un comité pris dans le sein de la société des arts de cette colonie, qui exposait pour la première fois en 1855, se composait d'essences spéciales à l'ébénisterie, à la menuiserie, à la charpenterie, à la carrosserie et aux constructions navales. 85 à 90 échantillons constituaient cette collection; ils provenaient de la classe des térébinthinées, des œnothérinées, des lauracées, des personnées, etc.

La colonie de Victoria avait fourni 70 échantillons de 50 espèces de bois, dont 44 polis et vernis pour en rehausser l'éclat. C'étaient des acacias, des eurybias et un *dacrydium Franklinii* d'une beauté remarquable; des bois d'ébénisterie, rouges, noirs, d'un jaune fauve richement veiné.

Enfin les colonies anglaises de la terre de Van-Diemen et du cap de Bonne-Espérance nous montraient des produits parmi lesquels figuraient des espèces nouvelles du genre acacia; le *fagus Cunninghamii*, de la famille des quercinées, et le superbe *dacrydium Franklinii*. La colonie du Cap offrait, sous le patronage d'un savant, le docteur Pappe, 81 espèces de bois dont 22 avaient été exposées en 1851, à Londres. On comptait parmi ces échantillons des bois de chauffage par excellence et des bois propres à toutes les industries, depuis l'outil le plus grossier jusqu'à l'instrument de musique le plus délicat.

Divers départements du gouvernement mexicain avaient exposé 300 échantillons de bois de charpente et d'ébénisterie provenant d'Orizaba, de Cordova, de Jalapa, de Monterey-Nuovo-Leon et de l'île del Carmen, puis des écorces tannantes, fort remarquables par l'abondance de leur principe actif.

Malheureusement, chaque échantillon de cette riche collection était désigné par des noms du pays qui ne pouvaient rien enseigner aux naturalistes.

De même qu'à l'exposition de 1851, les États-Unis, par une insouciance qu'on ne saurait trop blâmer, s'étaient fort peu distingués à celle de 1855. Les immenses forêts qui couvrent leur vaste territoire n'avaient fourni que quelques échantillons de l'État de Vermont.

N'oublions pas les républiques Dominicaine, de Guatemala, de la Nouvelle-Grenade et du Paraguay avec leurs bois de construction, d'ébénisterie et de teinture dont la plupart sont employés depuis longtemps par l'industrie européenne.

Au milieu de cette énumération rapide des temps passés, nous ne saurions oublier non plus une puissance que l'établissement récent des voies ferrées, qui sillonnent à travers ses riches campagnes, va transformer au point de vue agricole, industriel et commercial: c'est l'Espagne, au territoire vierge encore. 231 échantillons exposés représentaient 148 espèces botaniques des forêts de la couronne. Ils étaient présentés par S. M. la reine et provenaient de ses forêts d'Aranjuez, de San-Lorenzo, de San-Ildefonzo et du Prado.

Après la reine, c'était l'École de Villaviciosa, riche de 319 échantillons de bois pris sur toute la surface du territoire espagnol.

Tous ceux qui s'occupent de sylviculture ont pu remarquer avec quel soin on avait préparé et arrangé cette belle collection. La Société forestière de Villaviciosa y avait joint un catalogue précieux pour les érudits. Chaque échantillon était accompagné du nom scientifique, latin, espagnol, français et vulgaire de l'espèce qui l'avait produit. Cette collection se composait de *pinus*, de *juniperus* et de *quercus*. On y avait joint de nombreux échantillons de charbons, classés avec un soin tout particulier, uniques en leur genre, et provenant de la carbonisation de conifères, de cupulifères, de rosacées, d'ulmacées, etc.

Puis des écorces, au nombre de 22 échantillons : de chêne, d'aune, de pin et de saule; des liéges splendides des provinces d'Avila, de Coruna, de Gerona, etc.; des résines, des galipots; des sparteries préparées, et, pour en finir avec cette riche et précieuse nomenclature, qu'il nous faut abréger, une série d'instruments destinés à l'art forestier.

Au milieu de ces richesses, dont l'exposition de Londres avait eu sa large part, la France étalait une splendeur qu'elle devait plus à ses colonies qu'à son territoire même.

Nous avons constaté, en effet, à cette époque, et avec regret, que notre grande école de sylviculture s'était abstenue de produire ses enseignements, et de montrer à certaines puissances, qui ont la prétention de nous dominer en cet art, que si nos forêts ont une étendue inférieure aux leurs, elles renferment des produits supérieurs, et que l'art forestier s'y pratique avec des méthodes et une intelligence qui ne le cède à nulle autre.

240 échantillons des produits forestiers du département de l'Aisne, 50 spécimens des essences de la Corse, et rien de plus. Voilà pour le territoire français, plus la Corse.

Mais en face de cette pauvreté, nos colonies étaient resplendissantes, et le ministère de la guerre n'avait rien négligé pour montrer aux yeux de tous les richesses forestières de notre beau territoire algérien. Qu'on en juge par cette énumération des objets exposés : des bois, des écorces, des fruits, des matières textiles, des pelleteries, des insectes précieux, des matières tannantes et les produits farineux de racines sauvages. Les bois étaient représentés par des échantillons du genre *quercus* : le chêne zeen, le chêne-liége, si remarquable dans cette colonie; le chêne à glands doux, au bois dur et au fruit comestible; des *pinus*, et, parmi ceux-ci, le cèdre du Liban aux grandes dimensions, et d'un grand prix pour l'ébénisterie à cause de ses qualités, de son odeur agréable, de sa couleur et de sa durée; l'olivier, pour l'ébénisterie, la tabletterie, la sculpture; une foule d'autres pour le placage, la menuiserie, le charronnage, la boissellerie, et, entre tous, le fameux Tuya (*thuya articulata*), le *citrus* des Romains, un des plus beaux bois d'ébénisterie, de tabletterie et de marqueterie dont l'industrie se soit enrichie depuis peu d'années, car c'est de cette époque, 1855, que date l'emploi de cet admirable produit.

Parmi les écorces, on remarquait de magnifiques échantillons de liége dont l'industrie tire aujourd'hui de grands avantages. Les matières textiles prove-

naient de l'*opuntia*, du *bambusa*, de l'*alfa* (*lygeum spartum*, *stipa tenacissima*, etc.), utilisé pour la confection des sparteries, et qui, broyé, réduit en pâte, peut servir avantageusement à fabriquer du papier; d'autres encore : le diss (*arundo festucoides*), l'abaca ou bananier à cordes (*musa textilis*), dont la filasse est préparée par la marine anglaise sous le nom de *chanvre de Manille;* l'agave (*agave americana*), etc., etc.

Les autres produits forestiers de nos colonies provenaient de la Martinique, de la Guadeloupe, de la Réunion, et, parmi eux, on distinguait les beaux échantillons de notre colonie du Sénégal : le cail cedra (*khaya senegalensis*), admirable pour l'ébénisterie et la tabletterie; le kinau ou vène (*Pterocarpus crinaceus*), propre à la marine, de même que le gonakié (*acacia Adansonii*), et d'autres également précieux pour toutes les industries du bois. Puis des matières colorantes et des gommes dont l'exportation s'élevait déjà, en 1854, à 5,529,700 kilogrammes.

Les forêts de l'île de la Réunion avaient fourni 244 échantillons représentant 200 espèces; mais sans nom botanique qui pût les faire remarquer et comparer. Cette collection était accompagnée d'écorces, de matières tinctoriales et de gommes de la plus grande valeur.

Nos autres colonies étaient malheureusement, il faut l'avouer, mal représentées, et la Guyane française, dont la surface forestière, la beauté et la variété des produits ne le cèdent en rien aux possessions voisines de l'Angleterre et de la Hollande, faisait à peu près défaut. L'Exposition de 1867 nous donnera-t-elle la preuve que cette fâcheuse indifférence à nous faire connaître, *de visu*, les immenses richesses que renferment ses forêts, s'est effacée pour faire place à une digne émulation, nous devrions dire un légitime orgueil?

C'est ce dont nous aurons à juger bientôt.

Après avoir jeté un coup d'œil d'ensemble sur ce passé de 1851 et de 1855, que dire de l'Exposition universelle de 1862? ne devons-nous pas craindre de nous répéter en faisant revivre les mêmes puissances et les mêmes éléments dont nous venons de parler, et qu'on y trouvait réunis une fois de plus?

Cependant nous devons constater que les principales puissances du nord de l'Europe s'étaient abstenues en 1855. Le champ de bataille les absorbait..... Mais en 1862 la paix règne, et nous ne voyons figurer dans le palais de Londres que deux d'entre elles, et dans des conditions où l'on voudrait toujours voir les peuples.

Pourquoi donc la Russie, ce vaste et ancien empire des Tsars, si jeune, si vierge aussi, si plein d'avenir, ne produisait-il rien encore?

Pourquoi donc la Prusse, aux forêts bien emménagées, et à l'art de l'agriculture si bien pratiqué, et la Suède, qui exporte ses bois à travers toutes les mers, se taisaient-elles?

L'Autriche et la Norwége, ces deux contrées dont les exportations en bois sont si considérables, faisaient seules exception à cette regrettable abstention. Les échantillons qu'elles avaient assemblés provenaient d'essences qui croissent presque généralement dans les autres contrées de l'Europe. Parmi ces échantillons figuraient quelques exceptions dignes de remarque : un spécimen de noisetier de $1^{m},40$ de diamètre, au bois d'un jaune de cuir, pris au milieu de sujets semblables, dans le domaine du comte de Bellinghausen, en Autriche; des tiges de prunier, longues de $1^{m},60$ à $2^{m},00$, droites et creuses, pour tuyaux de pipe.

Signalons, en passant, que l'Autriche, depuis quelques années, débite en grande partie ses chênes en merrains, surtout dans l'Esclavonie, d'où elle les exporte dans le Bordelais, qui les utilise à la confection de ses tonneaux,

Les autres essences sont exploitées pour bois à brûler, sciés et débités pour la construction, l'ébénisterie, certains instruments de musique; pour bois feuillards, avirons, rames, mâts, espars, etc.

Il en est de même de la Norwége, dont les produits sont utilisés par la marine, la tonnellerie, etc.

En dehors du genre *quercus*, que nous retrouvons à peu près partout, cette puissance exposait, de même que l'Autriche, des espèces particulières : l'aune, le thuya occidental, le peuplier-tremble, le paulownia impérialis, des saules.

Il nous reste à parler de l'Italie et de la France.

La première était représentée déjà, en 1851, par l'Institut impérial et royal technique de Toscane, dont les mêmes produits paraissaient de nouveau en 1855. A cette époque, l'Italie ne pouvait rien exposer de bien remarquable; ses forêts, divisées comme le territoire lui-même, produisaient peu, faute d'une exploitation d'ensemble et méthodique.

Selon nous, pour faire produire aux forêts beaucoup sans les épuiser, il faut qu'elles soient, autant que possible, réunies dans la même main et régies par la même loi, la même méthode ou les mêmes méthodes, suivant la nature du terrain, le climat, l'essence, tandis que, pour la culture ordinaire, plus la terre est morcelée, plus elle rapporte.

Dès 1862, les effets de cette centralisation nécessaire donnaient d'excellents résultats, et les produits s'en ressentaient. Les échantillons réunis au palais de Londres étaient, en effet, un exemple de ce commencement de transformation; de plus, ils nous faisaient connaître la nature et la quantité des essences qui peuplent la péninsule italienne, et les avantages qu'une sage et intelligente culture procurera dans peu d'années à son gouvernement.

Parmi les échantillons exposés par le royaume d'Italie figuraient les espèces chêne et noyer, qui n'avaient rien de remarquable, ou des produits sans utilité bien absolue pour l'industrie : des daphnés, des symphoricarpus, des hippophæs, des tamarix, etc.

Mais si les collections des bois de l'Europe donnaient une faible idée de l'importance de ses forêts; si, malgré la méthode qui avait présidé à leur arrangement et à leur classification, les unes, plus somptueuses relativement à la surface d'où on les avait tirées, les autres, trop mesquines en proportion de la vaste étendue des forêts qu'elles représentaient, celles des autres contrées venaient, là encore, nous dominer en étalant à nos yeux les immenses richesses que recèlent leurs précieuses forêts.

Et tout d'abord, le Canada et la Tasmanie, l'ancienne colonie de Van-Diemen, deux possessions anglaises qui se disputaient la prééminence en montrant aux regards étonnés deux grandes pyramides octogones qui s'élançaient vers le dôme du palais qui les abritait, et dont la disposition était telle, que le visiteur pouvait en étudier toutes les parties en montant en spirale autour des produits dont elles étaient bâties.

Tous les échantillons dont ces deux remarquables trophées étaient composés avaient été parfaitement définis, soit par des noms botaniques et vulgaires, soit par la densité afférente à chaque espèce.

Mais la pyramide du Canada n'était formée que d'échantillons d'essences qui croissent sur le sol de la France, tant il y a de similitude entre ces deux territoires sous le rapport climatologique. Cependant ils étaient remarquables par leurs dimensions, par leur beauté particulière; ils donnaient une idée de la grandeur et de la vigueur des arbres qui les avaient produits et des immenses ressources des forêts de cette contrée.

La Tasmanie, au contraire, déroulait à nos yeux toute une nature nouvelle;

c'étaient des essences inconnues pour la plupart : des *eucalyptus*, des *fagus*, des *eurybias*, des *banksias*, des *melaleucas*, et, entre autres, l'*eucalyptus gigantea*, qui donne aussi au commerce la gomme kino, et l'*eucalyptus globulus*, ce magnifique spécimen de la création, haut de 105 mètres et de 9m,00 de diamètre pris à 1m,10 de hauteur au-dessus du sol! Cet arbre fournit à l'industrie des madriers parfaits, sans défauts, de 60m.00 de longueur, d'un bois dur, facile à travailler et d'un prix très-modique, tant les forêts de cette colonie sont riches en cette espèce.

Au milieu de toutes ces richesses naturelles qui nous arrachaient un soupir de regret en songeant au Canada, vendu par la France au gouvernement anglais, on remarquait un produit que cette dernière nation présentait avec orgueil comme l'emblème national le plus précieux et le plus fécond de ses colonies : l'érable à sucre (*acer saccharinum*), au bois de chauffage par excellence, à la séve sucrée et dont le produit est une source considérable de revenu pour la colonie.

Après ces deux colonies, les plus importantes du Royaume-Uni, c'était la Jamaïque représentée par sa Société royale des arts et par la Société d'industrie de Hanovre. 250 échantillons accompagnés du nom scientifique et local, de la densité de chaque espèce, et que nous retrouverons, en 1867, pour les étudier et les définir.

Puis le Queensland (ancienne Botany-Bay) avec ses conifères aux grandes proportions, qui croissent aussi dans la Nouvelle-Galles du Sud : le *bunya-bunya*, haut de 60m,00, au fruit à goût de noisette; des cèdres rouges (*juniperus virginiana*); l'Australie, la colonie de Victoria, aux végétaux si intéressants de la famille des myrtacées, dont des spécimens remarquables, et, entre tous, l'*eucalyptus woolsiana*, au tronc laineux, et le *livistonia australis*, l'arbre le plus splendide et le plus utile du versant septentrional de cette contrée où il pousse, en s'élançant vers le ciel, droit et couronné de larges feuilles en éventail et dont le bouton terminal fournit le fameux *palme-choux*, dont on emploie les feuilles à la confection des chapeaux australiens.

La Nouvelle-Galles du Sud, la Guyane, la Nouvelle-Écosse et les Indes orientales venaient couronner l'exposition anglaise par la profusion de leurs richesses forestières.

Nous retrouverons, dans le palais de 1867, la Nouvelle-Écosse. Quant aux deux premières, nous en avons analysé les produits plus haut. Mais les Indes orientales nous font défaut encore une fois, en France; nous le regrettons vivement, tant les produits des forêts de cette terre pleine de mystères ont de charme et d'utilité. Citer le bois sacré des anciens, le sandal ou santal (*pterocarpus santalinus*), au parfum agréable et qui rappelle celui de l'Iris, à la texture très-fibreuse et si remarquable par son agencement, à la teinte noirâtre à l'extérieur et rouge de sang à l'intérieur, qu'on emploie dans des industries si diverses, et même en teinture;

L'ébène, d'un si grand effet dans les meubles de luxe, la marqueterie, la tabletterie et la sculpture;

Le *thuya*, que nous retrouverons dans notre domaine de l'Algérie en loupes précieuses, admirables de marbrures;

Enfin des bois jusque-là inconnus à l'Europe : le *dalbergia rubra*, le *terminalia bellerica*, l'*inga xylocarpa*, toutes essences à la fibre serrée, résistante, qui pourraient fournir à la construction des éléments très-importants de solidité et de durée.

Ce que nous disions tout à l'heure des produits de la Nouvelle-Galles du Sud et de la Nouvelle-Écosse, nous le répéterons pour les colonies françaises, dont

les unes figuraient à l'exposition de 1855, et dont les autres font défaut à celle de 1867, et si nos colonies lointaines, la Guyane, entre autres, ne nous font pas connaître les essences précieuses que renferment leurs immenses forêts, nous aurons du moins la satisfaction de retracer la statistique forestière de l'Algérie et de faire connaître ses richesses.

On comprend, d'après ce qui précède, que nous n'avons voulu caractériser que les grandes expositions de 1851, de 1855 et de 1862. Quant à la nomenclature des espèces particulières, aux produits forestiers, elle se rapporte exclusivement à la France et aux autres contrées dont les produits sont similaires.

Cela dit, nous abordons l'Exposition de 1867.

Si nous jetons un coup d'œil sur l'ensemble des éléments qui composent la classe des produits des exploitations et des industries forestières, nous voyons qu'ils sont représentés par 27 puissances, dont 3 avec leurs colonies : le Royaume-Uni (Angleterre), le Portugal et la France.

Les autres contrées de l'Europe sont les Pays-Bas, la Belgique, la Prusse, enfin ; le grand-duché de Bade et celui de Hesse aussi; la Bavière, l'Autriche, la Confédération suisse, l'Espagne, le Danemark et la Suède, que nous regrettions tout à l'heure; la Norwége, la Russie, l'Italie, la Turquie, la Grèce qui, après avoir secoué le joug de quatre siècles d'asservissement, semble vouloir fermement entrer dans une voie nouvelle et régénératrice, — la Grèce qui exposait en 1855 et que nous retrouvons avec plaisir abritée sous le toit de notre exposition française.

Les contrées des autres parties du monde qui concourent à cette grande lutte de l'intelligence, de l'industrie et des arts, sont plus nombreuses et plus prodigues de richesses; ce sont : l'Égypte, l'empire chinois, la régence de Tunis, l'empire du Maroc, les États-Unis, le Brésil, le royaume Hawaïen et cinq républiques américaines : Costa-Rica, le Paraguay, l'Uruguay, le Chili et la Confédération argentine, une source de richesses dont la plupart nous étaient encore inconnues.

Nous allons passer en revue les produits de l'Europe d'abord, puis nous nous occuperons successivement des contrées les plus éloignées et qui nous offrent une si riche moisson.

ARMAND ROBINSON.

(*La suite à un prochain fascicule.*)

LES HABITATIONS OUVRIÈRES

(Classe 93, Groupe X)

PAR M. LE COMTE A. FOUCHER DE CAREIL.

I

Nous commençons aujourd'hui l'étude d'une question qui touche de très-près à la morale, à la bonne organisation de la famille et qui est bien digne d'intéresser tous ceux qui s'occupent, nous ne dirons pas d'économie politique et sociale (le mot serait ambitieux et peu à sa place ici), mais simplement d'économie domestique. C'est le sens originel du mot, et il porte avec lui son enseignement. L'économie (οἰκία νόμος), c'est l'ordre dans la maison, c'est la loi du foyer, sans laquelle il n'y a ni moralité, ni travail. Les anciens l'avaient compris, et, depuis Xénophon jusqu'à Caton, leurs livres témoignent du soin que ces grands hommes savaient apporter, au milieu des graves soucis de la vie politique, aux choses de l'économie domestique.

L'histoire du logement serait un utile corollaire de l'histoire du travail, et l'on peut même induire de l'un à l'autre et formuler cette loi de la manière suivante : « Tel logement, tel travail. » C'est-à-dire : pas de logement fixe, pas de travail agricole : rien que la chasse, la pêche, les industries du sauvage, les huttes en terre, en roseaux, en bois du nègre, du Huron, de l'Eskimau; — un commencement de logement, un commencement de travail; mais le soin de la sécurité absorbe la faculté productive, et le besoin de la défense exclut le travail agricole. La période pastorale ne nous offre guère d'autre abri que la tente. Avec la période agricole seule commence la maison, et avec la première maison apparaît la civilisation; car, alors seulement, l'humanité, jusque-là à la merci de toutes les forces primitives agissant en sens contraire de son progrès, conquiert le sol, et, avec le sol, la propriété. Or, la propriété suppose la résidence, c'est-à-dire l'habitation fixe, c'est-à-dire encore la famille outillée et organisée pour le travail.

Mais alors, si la question du logement prend une telle importance qu'elle soit comme la marque du degré de civilisation d'un peuple, comment se fait-il qu'après tant d'essais on en soit encore au début, et que la présente Exposition ait en quelque sorte pour résultat d'attirer l'attention sur ce qui nous manque en ce genre, et de montrer que, sous des apparences de luxe et malgré le prestige du mobilier, la loi du foyer reste encore à chercher et à trouver? Voilà ce qu'il faut brièvement expliquer.

L'antiquité grecque et romaine avait compris la nécessité d'une loi régulatrice du foyer domestique, elle avait saisi ses rapports avec la morale, avec la bonne organisation du travail et de la famille. Mais, comme cette société repo-

sait sur une base trop étroite, que sa vie était tout extérieure et que son organisation du travail était fondée tout entière sur l'esclavage, sur l'*ergastulum* antique, elle dut tomber, et avec elle s'écroula le type grec ou romain, ou gréco-romain, dont les exhumations posthumes ne sauraient désormais réussir qu'à nous éloigner du but. C'est le mérite du christianisme d'avoir reconnu cette vérité sociale de premier ordre, qu'à une société nouvelle, il faut des formes nouvelles. Le christianisme retourna la maison antique ; il la tourna en quelque sorte du dehors au dedans, en prêchant la vie intérieure, le renoncement et les bonnes œuvres. Né parmi les pauvres, il travailla pour les pauvres. Mais il fit plus, il leur prêcha le détachement de la famille, la vie en commun, et, par là, il fit dans la société, comme dans l'architecture, une révolution dont les tendances furent incalculables et subsistent encore. L'architecture monastique, si brillante, si inspirée pendant tout le moyen âge, a créé le type de la maison commune. Mais il est trop évident que la vie claustrale monastique, avec sa clôture stricte, la séparation absolue des sexes , l'étroitesse des cellules et le développement du réfectoire, de la chapelle et du cloître , ne saurait convenir à cette classe affairée, inquiète, agitée, dont la bruyante industrie a presque partout envahi les vieux couvents. Si l'architecture monastique, prise dans son ensemble, nous enseigne trois choses trop oubliées de nos jours, où l'on ne bâtit plus pour l'éternité, mais pour un temps, et un temps bien court, savoir : le choix de la situation, la solidité des constructions, l'admirable aménagement des dispositions, et surtout des cours et des jardins intérieurs, pour le but qu'elles avaient à remplir, elle ne peut que très-difficilement s'adapter aux cités et maisons ouvrières de l'époque présente, où la tendance favorite est de substituer autant que possible à la maison commune l'habitation solitaire et isolée. Nous retournons du cloître à l'ermitage. Un couvent de chartreux ou de camaldules, avec ses ermitages séparés, ses petits jardins privés, rend assez fidèlement, sauf la différence des sites et des bois, la physionomie d'une des cités ouvrières du Haut-Rhin.

La Renaissance ne nous offre rien, ou bien peu de chose pour ce que nous cherchons. Admirable pour susciter et répandre le goût du beau et en multiplier partout de nouveaux exemplaires, elle était frappée par ses origines mêmes d'incapacité sur le point qui nous occupe. Comment la renaissance de la Grèce et de Rome eût-elle pu servir à résoudre un problème que Rome et la Grèce n'ont point connu, celui du paupérisme? Le christianisme du moins l'avait abordé de front et avec une singulière vigueur. La Renaissance ne l'essaya même pas. Ses idées étaient ailleurs, son but était autre. Éclose sous un ciel clément, trouvant d'ailleurs sur le sol les admirables constructions hospitalières de sa sœur aînée, la religion, elle ne s'occupa que des riches, elle négligea les pauvres. De même, à Florence, elle s'inspira des goûts et ne satisfit qu'aux caprices de l'aristocratie ou aux pompes du culte. Aujourd'hui, la pauvreté que François d'Assise avait aimée, qu'il avait couvée sous ses ailes, niche parmi ses ruines. Les *case operaie* de Rome, de Parme, de toutes les villes d'Italie sont la chose la plus triste par le contraste même. Le pittoresque n'a rien à voir avec l'économie, c'est d'un autre ordre.

Si nous résumons les principaux traits de ce tableau peint trop rapidement, nous serons assurément très-frappé de ce développement chrétien qui a réellement cherché à organiser la cité des pauvres sur le modèle de la cité de Dieu, mais qui, tout en poursuivant ardemment ce but, s'est stérilisé dans l'impossible et l'absolu. Depuis lors, nous sommes restés sans boussole ; il faut arriver aux temps modernes, au grand développement qu'a pris de nos jours l'industrie aidée de la science économique, et aux dernières expositions univer-

selles pour constater les efforts qui ont été faits dans le but d'améliorer les logements d'ouvriers. La Commission impériale, n'eût-elle d'autre mérite que d'avoir bien posé le problème à résoudre, mériterait nos éloges. Ce dont il s'agit, en effet, c'est, comme elle le déclare, « de construire des *maisons qui réunissent au bon marché des conditions d'hygiène et de bien-être.* » On sait ce qu'étaient, il y a quelques années encore, les caves de Lille, les logements de Saint-Quentin, les greniers de Rouen, ces repaires de la misère et de l'ivrognerie. Nous nous garderons bien de revenir ici sur des descriptions qui ont été faites déjà maintes fois et qui auraient le tort de donner à une étude toute scientifique je ne sais quel cachet de sentimentalité vague. Le besoin d'améliorer cet état de choses s'est fait si vivement sentir en Angleterre, en Allemagne, en France, que les commissions chargées d'en rendre compte en font l'aveu. C'est ainsi que, malgré les efforts persistants et les progrès réels accomplis en Angleterre par les sociétés particulières et les associations locales [1], nous lisons dans l'introduction générale du catalogue anglais ces réflexions dont la sincérité nous a paru très-digne d'attention. Après avoir énuméré les institutions de bienfaisance dont les rapports forment une des collections les plus curieuses de l'Exposition, l'auteur ajoute : « Malheureusement ce n'est pas dans la métropole seulement que les habitations des classes laborieuses laissent à désirer; car il en est de même dans plusieurs grandes villes de province, ainsi que dans beaucoup de districts agricoles. En effet, cette nécessité a atteint de si grandes proportions que l'on ne pourra y remédier qu'au moyen d'entreprises exécutées sur une grande échelle. »

Le commissaire anglais nous paraît avoir ici constaté, de la manière la plus nette, le besoin d'une part et la difficulté de l'autre. L'énorme disproportion qu'accuse son rapport entre le nombre et l'importance des institutions et des sociétés consacrées à l'assistance publique par voie d'établissements hospitaliers, asiles, dispensaires, refuges, sans parler de l'infâme workhouse, et le nombre et l'importance des sociétés qui s'occupent de bâtir ou d'améliorer les logements des ouvriers, nous met sur la voie d'une des causes du mal et peut-être aussi du remède qui pourrait y être appliqué. Le mal, ce n'est rien moins que la lutte sourde, mais réelle, qui existe sur ce point, comme sur beaucoup d'autres, entre la charité et l'économie sociale. La charité, suivant en cela des traditions recommandables et qui ont droit au respect de tous les gens de bien, concentre plus particulièrement ses efforts à réparer le mal qu'à le prévenir. Hantée dans ses pieuses méditations par la figure hâve et décharnée du pauvre, habituée à oindre de ses mains courageuses cette plaie du paupérisme, elle ne voit pas que son effort n'aboutit souvent qu'à répercuter le mal ou à lui trouver d'insignifiants palliatifs. L'industriel et l'économiste, s'inspirant d'idées plus modernes, pensent que, pour le guérir, il faut l'atteindre dans sa source et qu'il vaut mieux le prévenir que le pallier ; mais, obéissant davantage à des mobiles intéressés, quoique respectables, ils inspirent encore une certaine défiance aux ouvriers eux-mêmes.

Cet état de lutte, ou tout au moins de tendances divergentes entre la charité et l'économie d'une part, entre les patrons et les ouvriers de l'autre, est évidemment très-regrettable, car il retarde le progrès. Il est donc à désirer qu'une alliance féconde vienne se substituer à cet antagonisme. Or, il est démontré aujourd'hui à tous les hommes qui ont mûrement étudié la question que, pour procéder avec ordre, c'est par la réforme des habitations ouvrières qu'il faut débuter, et à Dieu ne plaise que nous veuillions arrêter ou suspendre un seul jour le cours

1. Voir le rapport de M. H. Robert, au Congrès de Londres, 1867.

de ces œuvres charitables qui poursuivent le bien-être et la moralisation de la classe ouvrière par d'autres moyens; nous reconnaissons qu'ils sont tous bons, depuis le verre d'eau donné au nom du Christ jusqu'à ces admirables sociétés de prévoyance qui organisent cette vertu si nécessaire et si rare chez le peuple, avec une vigilance merveilleuse et une précision scientifique. Ce que nous voulons établir est cet unique point que ces œuvres étant plus anciennes et pour la plupart plus richement dotées, bien que dans l'ordre logique elles dussent venir après, au lieu de précéder, il est indispensable de porter maintenant son principal effort sur les logements d'ouvriers.

« La réforme des logements! y pensez-vous? vont nous dire certaines frayeurs intéressées avec lesquelles nous sommes obligés de compter; ceci n'a été jusqu'à ce jour qu'une source d'ennuis, de chicanes et de tracasseries contre la propriété privée. Et d'ailleurs, qu'avez-vous fait, vous qui parlez d'améliorer ainsi le sort des ouvriers? En 1852, par deux décrets, en date des 22 janvier et 27 mars, l'Empereur affectait une somme de dix millions à l'amélioration des logements d'ouvriers dans les grandes villes. Qu'a produit la partie de cette somme qu'on a dépensée jusqu'ici? Rien, absolument rien. Mais voici qui est plus fort et plus démonstratif contre vos prétendus projets de réforme. Un préfet dont on ne saurait nier la capacité, et qui ne passe pas pour être timide, s'est emparé de Paris, qu'il traite depuis quinze années bientôt comme un vaste champ d'expériences. Il lui a plu de culbuter la vieille cité chrétienne endormie à l'ombre du parvis Notre-Dame, et de bâtir une autre ville à la place. Il a percé des boulevards, taillé, rogné, aligné ses maisons, comme il l'a voulu. Ces travaux ont coûté des milliards. Des sociétés puissantes l'ont aidé dans cette œuvre gigantesque, telle qu'on n'en avait point vu depuis les Césars. Quel a été le profit pour l'architecture et surtout (car c'est là le point en question) le bénéfice net pour les petits locataires? Ç'a été une crise sur les loyers qui a porté le trouble dans toutes les familles et qui a sévi particulièrement sur les plus dignes d'intérêt, sur celles des petits employés, forcés de dépasser le mur d'octroi et d'habiter à la campagne. Voilà les résultats les plus clairs de la réforme des logements dans Paris. »

A ces pessimistes, qui ne voient que les mauvais côtés des choses, nous pourrions, si nous étions l'avocat de ces entreprises, essayer d'opposer une justification qui a été tentée bien des fois; mais nous ne le voulons pas. Nous reconnaissons, au contraire, que leur critique est fondée sur tous les points, sauf un seul, la nécessité d'une réforme ou tout au moins d'une amélioration; mais nous prétendons, contrairement à leur avis, que c'est par la critique, et par une critique raisonnée, que doit commencer la réforme projetée. Nous ne nous chargeons pas, par exemple, de leur dire quels sont les principes qui dirigent l'architecture française aujourd'hui; mais ce que nous savons bien, c'est que l'architecture ouvrière, la seule dont nous nous occupions, n'en a pas.

On ne saurait se faire une idée de la masse d'idées confuses ou fausses qui nous paraissent diriger ce genre d'architecture. On voit que ceux qui entrent dans cette voie n'ont pas même sérieusement étudié la question et sont complétement étrangers à cette science de l'économie domestique et sociale qu'ils prétendent enseigner aux autres. Nous croyons donc parfaitement que des millions ont été dépensés en pure perte dans un but qu'on n'a point obtenu. Nous ajouterons même qu'il n'est pas nécessaire de sortir de l'Exposition pour s'en convaincre, et que la Commission impériale paraît nous avoir fourni elle-même les pièces de ce procès.

Qu'on veuille bien, en effet, nous suivre et parcourir avec nous le Parc d'abord, puis une des avenues qui y conduisent, et qui est située entre le boule-

vard La Bourdonnaye et l'avenue Rapp. Nous aurons là de toutes ces vérités une démonstration invincible et qui se passe de commentaires. Voici d'abord, en commençant par la droite, l'okala, ou maison égyptienne, sorte de bazar construit aux frais du vice-roi, qui nous donne une idée de la manière originale et primitive dont s'exercent les industries au Caire, mais nous laisse complétement dépourvus de renseignements sur la vie et l'habitation de ces fellahs dont le travail l'enrichit. La *villa américaine*, sorte de chalet composite avec portique et colonnades, envoyé de Chicago, dans l'État de l'Illinois, par M. Lyman Bridges, n'offre qu'un intérêt de curiosité. Elle nous renseigne sur les goûts et les dispositions de cette société qui, dans sa lutte de chaque jour et de chaque heure, n'a guère le temps de se conformer aux règles d'aucun des ordres classiques, mais n'a pas non plus le génie suffisant pour créer de toutes pièces une architecture nouvelle, et s'en tient à des représentations éphémères de toutes les architectures imaginables, en attendant qu'il en sorte un genre ou un style plus particulièrement propre à l'Amérique. Plus loin, se présente l'isba ou chaumière du paysan russe, que tout le monde admire sans trop savoir pourquoi. Si c'est comme un de ces jouets venus de Nuremberg et qui passionnent nos enfants, je le comprends; mais si c'est, au contraire, au point de vue du bien-être et de la propreté de ceux qui l'habitent, je proteste formellement contre ce trompe-l'œil. La véritable isba, ou chaumière russe, composée d'une seule pièce où se rassemblent tous les membres de la famille du moujik pour dormir sur l'immense poêle qui chauffe le logis, n'excite dans notre esprit, malgré la curiosité qu'elle inspire, que des sentiments de tristesse. « Il ne suffit pas d'avoir affranchi les serfs en Russie, disait une femme spirituelle, il faut les débarbouiller. » Mais continuons. Le Lapon et l'Eskimau nous offrent, dans le quart norwégien, la confirmation d'une loi de Montesquieu sur la terrible influence qu'exerce le climat sur l'homme. Et pourtant l'on sent qu'il y a de la vie, du mouvement dans ce petit royaume de Lilliput. La Scandinavie, propre, luisante, douée de vitalité, réagit par l'instruction, par les arts contre cette servitude du climat. Elle n'a certes pas tout le comfort dont cette race est capable, mais elle y tend par des améliorations successives et des progrès réels dont les chemins de fer sont un sûr indice. Nous voici arrivés en Allemagne. Ici, du moins, il semble que tout va changer. On parle d'un village autrichien et l'on nous en promet des merveilles. Nous voyons bien, dans le quart autrichien, des boulangeries, des pâtisseries, des cafés, une brasserie immense; mais quant aux maisons, ce sont des chalets, trop petits et sans application quelconque à la classe 93. La seule que j'y trouve, c'est la maison de Liebig, pour les ouvriers de la Bohême. Pauvres ouvriers, plus pauvre maison! On nous avait bien dit que cette province d'où nous viennent ces admirables cristaux qui figurent dans la maison des riches était pauvre et abandonnée, que ces cristaux de luxe étaient faits par des sauvages campés dans des huttes misérables; mais nous avions peine à croire à ce mauvais bruit. La maison modèle de M. Liebig, bien qu'elle ne soit pas exempte de certaines prétentions au comfort, et qu'elle soit destinée aux ouvriers des villes, n'est pas faite pour donner une haute idée de leur bien-être. Passons dans le quart belge. La Belgique tient à honneur de ne se laisser devancer par aucune autre nation sur le terrain économique, et nous avons reconnu plus d'une fois son esprit tout à la fois éclairé et pratique en quête de toutes les améliorations compatibles avec un état de culture et de civilisation très-avancées. Nous savons, par notre propre expérience aux congrès de Bruxelles et de Gand, où elle avait mis la question des habitations ouvrières à l'ordre du jour, qu'elle sent la nécessité de réformer les logements dans les villes industrielles et dans les campagnes, et nous

avons admiré, sur ce point, comme sur beaucoup d'autres, sa bonne volonté et son libéralisme. Mais ici, mon embarras est extrême, car je ne puis, en vérité, malgré l'attestation favorable de notre confrère M. Puteaux, beaucoup admirer les cités ouvrières de Verviers, à les juger sur le modèle de maison qu'exposent MM. Houget et Teston, de Verviers. Je vois là une installation provisoire, établie au moins de frais possible par d'honorables industriels pour loger leurs ouvriers au Champ de Mars pendant la durée de l'Exposition; mais je ne puis reconnaître les caractères du type que nous cherchons dans cette maison aux fenêtres étroites, mal bâtie et assez mal distribuée.

Encore un coup qu'admire-t-on ici? Sera-ce l'habitation du paysan de la Campine qui nous paraît remonter à l'époque, encore peu éloignée d'ailleurs, où l'homme des champs ne se distingue pas suffisamment des animaux?

La Hollande, du moins, nous offre sa métairie qui présente des dispositions curieuses pour l'aménagement des laiteries, vacheries et fromageries. Mais le logement est assurément moins bien entendu. L'homme est moins bien logé que les animaux, et n'y eût-il que cette détestable habitude de coucher dans une armoire, que cela suffirait pour éveiller notre critique.

Enfin, nous voici parvenus en France, c'est assez dire que nous sommes arrivés au terme de cette odyssée à la recherche de la meilleure habitation ouvrière. Nous l'espérons du moins, car toutes les trompettes de la renommée ont retenti pour apprendre au monde les résultats obtenus et la haute distinction accordée par le jury à une tête couronnée.

Voyons, et procédons par ordre. Mais qu'on nous permette d'abord une réflexion préliminaire qui déterminera nettement dans quelle voie nous poursuivons nos études. Certes, il suffit de lire l'enquête du Xe groupe pour constater que les industriels cherchent dans cette voie. Cette enquête cite avec honneur les essais tentés en ce genre dans 25 départements[1] par des maisons importantes, et, bien que le Haut-Rhin reste à la tête du mouvement, nous pouvons constater que le Bas-Rhin et la Moselle le suivent de bien près. Le Parc contient divers spécimens d'habitations ou de cités ouvrières, exposés comme pour servir de confirmation à cette enquête. Des compagnies d'architectes ou de maçons, des associations libres ont exposé dans un but de recherches et de progrès qui nous semble louable. Enfin l'Empereur lui-même, désireux de marquer par son initiative le prix qu'il attache à cette réforme, a tenu à honneur de figurer dans ce concours comme exposant et a dû éprouver une joie très-vive en voyant ses efforts récompensés par la plus haute distinction dont pouvait disposer le jury.

Nous insistons sur ces différents points, afin de bien marquer le caractère désintéressé des critiques qui vont suivre. Qu'on ne nous accuse pas de vouloir ébranler la foi due à l'enquête du Xe groupe parce que nous nous permettons de révéler ses lacunes ou ses erreurs, pas plus que nous ne manquons au sentiment de la confraternité en n'acceptant pas tous les éloges décernés par notre collaborateur, M. Puteaux, aux cités ouvrières de Verviers ou à la maison de Paris.

Qu'on ne nous adresse pas le reproche peu mérité d'hostilité systématique contre les chefs d'industrie parce que nous révoquons en doute les résultats obtenus jusqu'ici, tout en rendant pleine justice aux intentions, pas plus que d'un manque de bienveillance pour les ouvriers de Paris parce que nous n'approuvons pas entièrement le plan de leur maison du Champ de Mars. Ce serait tout aussi faux que de nous accuser de conspirer la ruine du notariat, parce que nous

1. Voir l'enquête du Xe groupe.

critiquons certaines dispositions de l'opération faite par M. de Madre, notaire fort honorable et philanthrope, ou de comploter la ruine de l'État, parce que nous nous permettrons tout à l'heure d'énoncer des doutes analogues sur celle du boulevard Labourdonnaye, entreprise avec le patronage de l'Empereur. Nous n'avons qu'un but, celui d'arriver au vrai et de l'enseigner si c'est possible. Assez d'autres ont fait et feront encore l'éloge enthousiaste de ces essais d'habitations, de cités, de palais ouvriers ; nous n'éprouvons, pour notre part, qu'un goût médiocre pour ces hymnes arbitraires et ces dithyrambes ampoulés, tout en reconnaissant qu'ils ont pu avoir leur raison d'être, ou tout au moins leur excuse dans un désir sincère de stimuler ces entreprises au début. Quant à nous, qui ne sommes ni architecte, ni maçon, ni philanthrope, nous croyons que c'est par la critique de ces habitations qu'on arrivera à dégager une formule architecturale supérieure, et que la critique même négative aura pour effet de pousser à des résultats de plus en plus pratiques. Et maintenant, reprenons notre promenade à travers le Parc français.

La *maison des ouvriers de Paris* a cela d'intéressant qu'elle est l'œuvre d'un comité d'ouvriers de Paris qui, sans architecte ni entrepreneur, ont essayé de construire une habitation pour leur usage personnel, avec une allocation de 20,000 francs, due à la munificence de l'Empereur. Ce comité, présidé par M. Chabaud, ancien président de la commission des délégations ouvrières à l'exposition universelle de Londres en 1862, est composé d'hommes fort honorables, tous ouvriers, pour la plupart anciens délégués, prud'hommes et présidents de sociétés de secours mutuels, ou jurés de la classe 93. Il y a dans la commission, des tourneurs, des cordonniers, des modeleurs, des menuisiers, des imprimeurs en papier, des peintres, des sculpteurs, des charpentiers, des ébénistes, des horlogers, des tailleurs, des marqueteurs, des ciseleurs. La maison collective qu'ils exposent, sans architecte ni entrepreneur, est donc, jusqu'à un certain point, l'idéal de l'ouvrier parisien. Elle doit nous renseigner sur ses goûts, son degré d'instruction et de capacité et ses préférences artistiques ; mais c'est précisément à cause du très-grand prix que nous attachons à ces renseignements que la maison des ouvriers de Paris nous a fait éprouver une certaine déception. M. Chabaud est une individualité, sans doute ; pourquoi sa maison n'est-elle pas un type? Pourquoi ne sort-elle pas de ce genre de banalité prétentieuse contre lequel on ne saurait trop mettre en garde l'architecture populaire à ses débuts? Pourquoi appartient-elle à ce genre hybride mal défini, ni ouvrier, ni bourgeois, que nous condamnions tout à l'heure? « Le style, c'est l'homme, » a dit Buffon. Cela est tout aussi vrai de l'architecte que de l'écrivain. Le style, c'est l'affirmation de quelque chose ou de quelqu'un, l'expression d'une volonté et d'une inspiration, d'un concept d'austérité morale ou de sensualité raffinée, le signe enfin d'une personnalité qui se dégage et qui s'affirme. Pourquoi donc la maison des ouvriers de Paris est-elle dénuée de style? Ces hommes n'ont-ils pas leur préférence, ne se sont-ils pas fait une idée de la vie, de l'existence, de la famille, de l'art, enfin? J'entends dire, et je sais par ma propre expérience que les ouvriers de Paris ont sur tous ces points des idées propres, des idées à eux, idéalistes ou positivistes, peu m'importe, mais enfin des idées. Leur maison en manque : et c'est là sa critique. Il y a trop de prud'hommie dans cet essai. La physionomie de la façade principale, assez bien conçue, est plutôt riante; mais elle est dépourvue de caractère, j'allais dire de sincérité, tant j'attache de prix à cette simplicité qui doit être comme la marque de l'ouvrier sur son ouvrage. Elle cherche, il est vrai, à trancher par les tons crus de la brique sur l'uniformité monotone du genre Haussmann ; mais c'est une protestation insuffisante et encore bien timide. Espérons qu'elle s'accusera davantage dans les œuvres sub-

séquentes du comité parisien. Il ne faut pas que M. Chabaud et ses amis se le dissimulent; ce sont les partis pris qui nous manquent en architecture, comme en tout. Nous ne saurions nous contenter d'un compromis entre le genre de M. Haussmann et l'architecture populaire. Ce qu'il nous faut, c'est une réforme. A quoi bon se passer d'architectes si c'est pour imiter leurs errements? Avec l'avénement des classes ouvrières à la démocratie, un nouveau travail commence, on ne saurait se le dissimuler. 1789 a affranchi ces classes; mais elles seules peuvent se loger. L'architecture officielle, malgré les plaidoyers officieux de M. Garnier, qui la défend avec habileté dans les colonnes du *Moniteur*, l'architecture française me paraît n'avoir pas bien compris sa mission. Jamais plus belle occasion ne se rencontra pour elle de manifester ses tendances; mais elle a manqué de foi. Elle n'a pas vu qu'elle avait non plus seulement des rois, mais un peuple à loger. L'œuvre de M. Haussmann, aidé de ses architectes, a plutôt nui que servi à cette grande réforme. Si on la juge en artiste, il est impossible de ne pas critiquer ce système bâtard qui prétend unir le comfort à l'élégance, et qui ne parvient qu'à allier le faux goût au faux luxe et à la fausse richesse, ce style plat, uniforme, ennuyeux, qu'un seul mot résume, le décor, et qui donne au Paris nouveau, tel qu'il est sorti des mains de ces grands corrupteurs du goût français, la physionomie de Berlin sans la fantaisie de Gênes, la solennité de Pise, ni la solidité de Rome.

Au point de vue social et politique, c'est bien pis encore, et le non-sens est complet. Il s'agissait de loger tout un peuple, et on lui signifie son congé pour cause d'expropriation. L'*aurea mediocritas* chère aux bourgeois, n'a plus de refuge que dans la banlieue. Nos maisons défient la pauvreté qu'on exile hors barrières. Eh bien! le peuple éconduit se logera lui-même. Cette foi qui manque à nos architectes et qui transporte les montagnes, suivant l'Évangile, il l'aura, lui qui n'est pas architecte; cette langue des arts qu'il ne sait pas, il l'apprendra, afin que son œuvre soit digne de lui, digne du siècle qui l'a produit. Il bégaiera d'abord, et ses premiers tâtonnements feront sourire les gens du métier, mais qu'importe? L'utile et le nécessaire, c'est qu'il comprenne la nécessité d'un art et surtout d'une architecture populaire. C'est de ce point de vue qu'il faut juger ces premiers essais dont il ne se dissimule pas plus que nous les côtés faibles.

La maison de la *Société coopérative immobilière de Paris* n'est qu'une bicoque; mais cette bicoque, assez jolie d'ailleurs, est grosse de problèmes. M. Stanislas Ferrand, architecte de la Société, est l'auteur d'un système original, hardi. Sa hardiesse ne nous déplaît pas. Son ermitage barriolé, car c'en est un, doit rire à travers la feuillée sombre sur la verte prairie. Son style est composite. La façade est en briques de diverses couleurs, ornementée de colonnes ou pilastres d'ordre corinthien, avec des fenêtres en plein-cintre, des grecques partout et une couverture en tuiles.

On le voit, le style de M. Ferrand comporte une agréable variété. C'est la confusion des genres. Son système de construction est encore plus bizarre. Il consiste, d'après lui-même, à supprimer les points d'appui en maçonnerie à larges sections, les murs de refend, les murs de face en grosse maçonnerie, et les planchers en fer à solives rapprochées. On se demande alors ce qui reste. M. Ferrand compte sans doute sur le mur du voisin pour appuyer sa maison, car sans murs mitoyens, il est bien à craindre qu'elle ne se tienne pas longtemps debout. On demande, en outre, à M. Ferrand comment sa maison, comportant sans aucun doute une superposition d'étages, puisque c'est le plan d'une maison de Paris, il espère combiner le besoin de solidité avec l'économie de planchers. M. Ferrand répond : 1° par l'emploi de la fonte en colonnes creuses pour tous les points d'appui verticaux, avec système d'emboîtement permettant la visite

des assemblages, et 2° par l'emploi, pour les planchers, de voûtes légères en briques creuses, portant sur des solives en tôle, avec sabot de métal. Oui, répliquerons-nous, mais les planchers des voûtes étant supportés par des colonnes en fonte et briques, et toutes les charges étant, d'après lui-même, ramenées sur ces colonnes, comment éviterez-vous la poussée? Et la voirie n'aura-t-elle pas le droit d'exiger des contre-murs? On pourrait encore demander bien des choses à M. Ferrand, notamment s'il a compris le terrain dans le prix de 3000 francs, et s'il a prévu la sonorité des planchers, l'entretien plus coûteux des fosses mobiles, etc. Mais ce serait être indiscret. Nous nous contenterons de lui adresser une dernière question. M. Ferrand, qui est un chercheur, bâtit sur le pouvoir isolant de la brique creuse et les propriétés anti-hygrométriques des silicates alumineux, une théorie fort ingénieuse et tout un système de ventilation. Il prétend envelopper ainsi sa maison d'une atmosphère uniforme de 13 degrés de chaleur en toute saison. Suivez bien son raisonnement. D'une part, la brique creuse, ayant un pouvoir isolant très-énergique, est mauvaise conductrice du froid ou de la chaleur et arrête, pour ainsi dire, au passage les variations trop brusques de la température, et, d'un autre côté, cette brique, en raison de sa faible épaisseur, laisse pénétrer l'air extérieur par la première cloison jusqu'au vide qui la sépare de la dernière, et le vide compris entre les deux cloisons forme prise d'air dans la cave et débouche dans le grenier : c'est là ce que M. Ferrand appelle un phénomène physique remarquable. Très-remarquable, en effet, mais purement imaginaire, car M. Ferrand raisonne comme si sa maison n'était pas percée d'ouvertures qui laissent pénétrer le froid et le chaud. Nous ne suivrons pas M. Ferrand dans ses développements non moins ingénieux sur les propriétés acoustiques de sa maison. Nous sommes ici en plein dans le pays des chimères. En résumé, la maison de la Société coopérative immobilière est une assez jolie fantaisie qui coûtera le double des prix énoncés, sans garantie de la solidité.

Mulhouse, beaucoup trop vantée si l'on regarde à la disposition de ses maisons ouvrières, mais qu'on ne louera jamais assez s'il s'agit uniquement des modes d'acquérir la propriété que ses nobles industriels y ont mis en usage, Mulhouse, que ses admirateurs calomnient par l'exagération même de leurs éloges, Mulhouse expose modestement une de ses maisons par groupe de quatre au milieu d'un jardin partagé en autant de parties égales. Pour moi, qui ne partage pas l'admiration qu'elles inspirent et qui vais critiquer bien des choses dans cette disposition si chère aux Mulhousiens, je veux payer du moins un tribut de reconnaissance à M. Jean Dolfus et à son fidèle Bernard, le gardien bientôt centenaire, le Nestor des cités ouvrières! C'est lui qui m'y a guidé il y a déjà longtemps. Comme il aimait l'œuvre de son maître! Comme il vous la montrait avec orgueil! Comme il vous faisait l'éloge de l'architecte Émile Muller, à qui revient l'honneur d'avoir construit la première cité dans le Haut-Rhin! Comme il vous parlait de ceux qui l'habitaient : de ces ouvriers propriétaires qu'il appelait ses enfants! On se sentait consolé, encouragé en l'entendant. Honneur donc à ces hommes de bien qui furent les premiers dans la voie, à ces hardis pionniers de la civilisation et de l'industrie! Leur œuvre est une œuvre de progrès. Leur cité est une cité de paix. Au lieu des sombres paroles de couleur obscure inscrites par le génie de Dante sur les murs de son Enfer, il faudrait graver sur cette porte des paroles d'amour et de concorde :

Per me si va nella città felice
Per me si va tra la redempta gente,
Giustizia mosse 'l mio alto fattore
La somma sapienza, e'l primo amore.

Il suffit d'un regard jeté sur la colonie ouvrière de Mulhouse pour se convaincre que la vie y est heureuse, et que l'œuvre de rédemption s'accomplit grâce à cet attrait merveilleux de la propriété[1]. « Nous ne sommes pas propriétaires, me disait l'un d'eux, mais en train de le devenir. » La propriété *en puissance* a de telles vertus! Honneur donc encore une fois aux fondateurs des cités ouvrières de Mulhouse. Mais nous les connaissons assez pour savoir que ce qu'ils attendent de nous, ce n'est pas un éloge banal et partant sans valeur. Ils savent que la meilleure manière d'honorer leur œuvre, c'est d'en parler avec franchise et de la critiquer s'il y a lieu. Ouvriers du progrès, ils ne craindraient rien tant que de rester en arrière, et, si on leur prouve que leur maison, si bien entendue qu'elle soit, ne représente pas le dernier état de perfectionnement que nous croyons possible d'atteindre, ils seront avec nous contre leurs panégyristes. Ce que nous aimons de l'exposition ouvrière de Mulhouse, c'est sa simplicité, c'est sa sincérité absolue. Rien n'y vise à l'effet. Vous avez là les résultats d'une expérience déjà ancienne confirmée dans un substantiel rapport de M. Penot. Il en est de même des prix. Ce ne sont pas là des devis d'architectes, toujours trompeurs, mais les comptes mêmes des entrepreneurs, tels qu'ils ont été soldés. Lorsque l'on songe que c'est en 1852 que M. Jean Dolfus fit élever, à Dornach, les premières maisons destinées à servir de modèles, que les ouvriers locataires ont été depuis lors plusieurs fois consultés, qu'on a multiplié les expériences et réalisé déjà quatre types différents, qu'à la date du 31 décembre 1866, enfin, la Société avait déjà vendu 676 maisons et traité pour 800, que ces maisons de Mulhouse ont servi de modèles à Guebwiller, on appréciera mieux les difficultés d'une telle entreprise et l'on sera moins prompt sans doute à venir nous apporter les résultats d'une expérience qui date d'hier comme le dernier mot du progrès. Ce qu'il faut louer dans les cités ouvrières de Mulhouse, louer sans réserve, c'est la largeur et la hauteur d'étage. Sur ce point, comme sur le choix des matériaux, nous n'avons aucune critique à faire. Nos réserves portent sur le mode de groupement, qui supprime les cours intérieures et dispense trop inégalement la chaleur et la lumière aux habitants.

Le mineur a droit à toute la sollicitude de ceux qui l'emploient. Ses journées se passent dans les profondeurs du sol, à en explorer et à en extraire les richesses souterraines. Son état demande plus de pratique, l'expose à plus de dangers. Il a droit à une part relativement plus grande de bien-être. Lorsqu'il revient, la face et les mains noircies par la houille, il a besoin d'un abri plus confortable, d'un âtre où pétille le feu du soir, d'une eau plus claire pour y laver sa sueur noire. L'industrie l'a compris, du moins en France; elle a cherché et sur plus d'un point trouvé les moyens de l'attacher au sol par la propriété. Mais c'est avec lui surtout qu'il faut savoir l'art de s'y prendre; car il y a des

1. On connaît le mode d'acquisition en usage à Mulhouse. Les maisons de 2,650 à 3,400 francs sont vendues à quinze années de terme. L'intérêt est payé à 5 p. 100. Un premier versement de 2 à 300 francs a lieu lors du contrat. Une somme de 20 francs par mois pour les unes, de 25 francs pour les plus chères, suffit pour rendre l'ouvrier propriétaire en quinze années. Mulhouse a la gloire d'avoir mis en honneur ce mode nouveau d'acquisition et d'en avoir si justement déterminé les conditions que les autres n'ont pu que l'imiter. MM. Japy frères, à Beaucourt, et Chagot, à Blanzy, ont voulu encore abaisser les conditions mises à l'obtention de la propriété, mais ils n'ont pu, malgré de louables efforts et un gros capital dépensé, faire mieux, bien qu'ils aient fait autrement. Le *Familistère* de Guise, qui a coûté, nous dit-on, 800,000 francs, n'est qu'une caserne, décorée d'un nom prétentieux.

goûts, des instincts, des superstitions même qui en font un ouvrier à part. Il aime l'isolement; il ne supporte pas la surveillance du voisin; il veut avoir ses coudées franches, et, courbé tout le jour sur le carreau de la mine, se redresser, homme libre, dans sa demeure. Les industriels qui nous paraissent avoir le mieux réussi à l'acclimater, sont ceux qui, considérant l'industrie minérale comme une sorte de transition entre la culture du sol et l'industrie manufacturière, ont développé chez lui l'instinct de l'amour du sol. Blanzy est, de ce point de vue, le Mulhouse de l'industrie minière; mais, comme ces deux industries n'ont entre elles aucun rapport, on ne trouve aussi que très-peu de relations entre les constructions de ces deux groupes. Le Creuzot nous offre déjà dans ses constructions irrégulières, disséminées, l'image d'une ville de mineurs. Il en est de même de Montceaux-les-Mines. Mais les villages des Alouettes, du Magny, du Bois-de-Verne et du Bois-Roulot nous offrent encore un coup d'œil plus caractéristique. Ici, plus le moindre rapport avec les cités du Haut-Rhin. La maison exposée, très-critiquable sans doute sous bien des rapports, jouit de cet isolement cher aux mineurs et qui donne au village de Bois-Roulot surtout, avec le confortable de plus, je ne sais quelle apparence lointaine d'un wig-wam d'Indiens ou d'un campement de Peaux-Rouges. A Mulhouse, tout est compassé, tiré au cordeau. Au Bois-Roulot, la fantaisie des ouvriers constructeurs et surtout leur désir d'indépendance se sont donné carrière; cela peut nuire parfois à l'aménagement, mais le caractère s'y retrouve, car tel logement, tel ouvrier.

Entre le boulevard Rapp et le boulevard Labourdonnaye, à une portée de fusil de l'Exposition, l'Empereur a fait construire un groupe de quatre maisons destinées à de petits ménages de la classe ouvrière. Le rapport de M. Degrand, membre du comité d'admission de la classe 93, l'offre comme un type de maison à bon marché en ces termes : « Il était à craindre qu'une exposition des bâtiments du second type (maisons à plusieurs étages) ne pût pas être aisément réalisée; mais grâce à la munificence de l'Empereur, qui a bien voulu consentir à s'inscrire au nombre des exposants, un modèle d'un établissement de ce genre a été construit, sur de vastes proportions, dans le voisinage du Champ de Mars, près de l'avenue de Labourdonnaye. » C'est ce modèle et ce type que nous allons décrire avec toute la rigoureuse exactitude dont nous sommes capables.

Figurez-vous un cube immense de 74 mètres de façade environ sur 74 de profondeur. Ce cube est composé de quatre maisons juxtaposées de quatre étages chacune, et qui, à l'œil, n'en font qu'une seule, assez semblable à un gros dé percé de trous.

La première occupe une superficie de 530^{m}.90. Sa façade est de 18^{m}.90. La seconde a une superficie de 503^{m}.05 et une façade de 18^{m}.76. La troisième, une superficie de 466 mètres et une façade de 18^{m}.76. La quatrième est pareille.

Chacune de ces maisons, construite sur un type uniforme, est composée d'un premier corps de bâtiment double en profondeur et d'un second corps simple, séparé par une cour. Les deux corps sont reliés par une cage d'escalier les desservant tous les deux. Ils sont bâtis sur caves ou sous-sols, composés d'un rez-de-chaussée et de quatre étages carrés. Il y a, outre les cours intérieures, de petites cours de service.

Les logements sont de trois sortes. Au rez-de-chaussée, toute la façade sur la rue est en boutique. Au-dessus il y a des appartements moyens composés d'une antichambre, d'une salle à manger et d'une grande chambre, la cuisine en face. Les petits appartements qui se répètent à tous les étages sont composés de deux pièces et d'une petite cuisine. Tous ces appartements ont des lieux séparés.

Ces quatre maisons portent sur la rue les n°s 1, 2, 3 et 4.

Voici les évaluations qu'on en fait :

N° 1, 13,200 fr. de revenu ; mise à prix, 170,000 fr.

N° 2, 13,190 fr., 39 locataires ; mise à prix, 170,000 fr.

N° 3, 14,240 fr., locataires *id.* ; mise à prix, 184,000 fr.

N° 4, 15,150 fr . 41 locataires ; mise à prix, 195,000 fr.

Total des mises à prix et ventes, 719,000 fr.

Total des revenus, 55,760 fr.

Nombre des locataires, 160.

Moyenne des loyers, 420 fr.

Mais cette évaluation est inexacte, parce qu'il faudrait tenir compte de la plus-value des boutiques qui se louent plus cher, surtout dans ce temps d'exposition. En tout cas, elle prouve que l'affaire est douteuse, et d'ailleurs tous les locaux ne sont pas loués.

Étant donnés ces renseignements, que l'on peut considérer comme certains, puisque nous les devons à l'obligeance de M. Mocquard, notaire à Paris, chargé de la vente de ces immeubles, que faut-il en conclure?

C'est ici que le rôle de critique commence.

De deux choses l'une : ou l'on a voulu faire faire au propriétaire une bonne affaire, ce qui n'est jamais à dédaigner ;

Ou, conformément au texte même du rapport de M. Degrand, on a voulu offrir un modèle, une maison spécimen, rentrant dans les conditions du programme de la classe 93, habitations caractérisées par le bon marché uni aux conditions d'hygiène et de bien-être.

Nous allons démontrer que dans les deux cas, on s'est singulièrement trompé.

Dans le premier, qui est de beaucoup l'hypothèse la plus favorable à l'architecte, nous nous contenterons de faire observer qu'il arrive tous les jours dans Paris que des spéculateurs bâtissent des maisons pour en tirer un revenu de 6 et 7 pour 100. La spéculation peut être bonne comme elle peut être mauvaise, cela dépend du quartier et de la condition des logements.

De ce point de vue, nous sommes ici en face d'une affaire douteuse, et même plus que douteuse. Ce pâté de maisons est d'une architecture détestable, les matériaux sont d'une qualité médiocre, ils ont été employés dans les plus mauvaises conditions et avec une précipitation qui ne peut que nuire à leur durée. Nous ignorons quel a été le prix du terrain. Mais en le portant à 100 fr. le mètre, chiffre de beaucoup au-dessous du cours, et en acceptant le chiffre des mises à prix et celui du revenu brut, nous nous trouvons devant une affaire qui peut se résumer ainsi :

Prix total de l'immeuble, 1,100,000 fr.

Revenu brut, 55,000 fr.

Ce seraient là les conditions ordinaires d'une affaire à 5 pour 100, si les maisons étaient bonnes, mais nous en avons critiqué l'architecture extérieure et l'emploi des matériaux, que sera-ce donc des dispositions intérieures qui nous paraissent complétement manquées, comme nous le prouverons bientôt? Que sera-ce de ces toits à l'italienne qui, dans notre climat de Paris, sont toujours une faute? Que sera-ce du chiffre des réfections, auxquelles le futur propriétaire ne saurait bientôt échapper?

Et alors n'avons-nous pas raison d'énoncer des doutes sur la bonté de l'affaire en ne l'envisageant que comme une affaire ordinaire de maisons à Paris?

Mais, nous l'avons déjà dit, ce point de vue est ici tout à fait secondaire, et,

quand bien même l'affaire serait bonne, il s'agit de savoir si les conditions du programme sont remplies, si la maison convient à sa destination, si elle réunit enfin ce double caractère d'être tout à la fois une maison économique, hygiénique et confortable.

Eh bien ! sur tous ces points, notre réponse est négative, et, bien loin de l'exposer pour l'offrir en modèle, on eut dû le faire pour préserver à l'avenir les architectes de la tentation d'en construire d'aussi mauvaises.

Ce n'est pas que nous veuillions nier les intentions excellentes qui ont présidé à cette construction. Nous sommes persuadé, au contraire, qu'on a cru réunir dans ce groupe le caractère du bon marché aux conditions d'hygiène et de bien-être. Mais nous sommes forcé de reconnaître qu'on n'y a pas réussi.

Nous ne reviendrons pas sur l'architecture extérieure, sur les façades uniformes et uniformément manquées, sur ces plâtras décorés d'astragales, sur ces toits à l'italienne qui réunissent la fausse élégance et les fuites d'eau.

Pénétrons dans l'intérieur et voyons si les problèmes si difficiles qu'on s'est proposés sont résolus.

Les boutiques ont des devantures comme celles de la Chaussée-d'Antin, ce qui est un contre-sens dans un quartier pauvre.

Les chambres sont toutes ornées de miroirs de 99 sur 69, indice de luxe et de coquetterie contraires à la sévérité même du genre cherché, dépenses inutiles puisqu'on en a mis partout, au lieu de les réserver pour les endroits où l'on ne pouvait strictement s'en passer, comme la boutique du coiffeur par exemple. En revanche, la cuisine est microscopique, les lieux d'un système trop compliqué pour nos mœurs qui peuvent être raffinées sur d'autres points, mais qui ne le sont guère sur l'article de la propreté.

Le gaz éclaire les nombreux couloirs, mais la distribution d'eau (une seule fontaine extérieure par maison) est insuffisante. Une seule fontaine pour quarante-un locataires, c'est là une économie mal entendue. Ici nous aurions compris le luxe.

Les papiers sont prétentieux, bien que peu coûteux et généralement mal choisis au point de vue de leur préservation, et quelquefois de leur nuance. *Règle générale :* N'employez jamais de papiers verts. Les enfants — cet âge est sans pitié — les lèchent et ils s'empoisonnent, la couleur verte étant due généralement au vert-de-gris.

En un mot, la physionomie générale de ces petits appartements ne nous plaît point. C'est un genre faux, intermédiaire entre le luxe et la pauvreté, qui tranche par un contraste malheureux avec les guenilles éparses dans tous ces logements, car Dieu sait où l'on a été chercher les locataires! Assurément, ce n'est pas dans la classe ouvrière vraiment digne de ce nom.

Au point de vue de l'hygiène, au moment où j'entrais dans une chambre, je fis la remarque que le lit était en désordre à midi. « Oh, ne faites pas attention, me dit la naïve concierge de ce caravansérail, c'est le locataire qui est mort hier, on l'a emporté ce matin. »

Notez bien que je ne m'appuie pas sur ce rapport purement fortuit ; mais tout le rez-de-chaussée m'a paru humide et malsain. La concierge m'a avoué qu'il était inhabitable. Cette femme, qui l'habite avec ses enfants, y faisait du feu jour et nuit au 25 mai. Ce rez-de-chaussée est de plus fort obscur. Enfin, comme pour donner une nouvelle entorse au bon sens, il y a une des cours intérieures, si nécessaires pour le service des petits locataires, sur laquelle les chambres n'ont aucun accès. Une cour par maison, ça fait quatre qui se trouvent ainsi supprimées de fait pour les nombreux usages de ces cent soixante locataires.

Je n'ai pas besoin de m'étendre sur les défauts essentiels que j'ai déjà relevés,

tels que la petitesse des cuisines : défaut capital, si l'on veut encourager ou faire naître la bonne ménagère, si rare dans les classes peu aisées. Mais il en est un qui mérite une mention à part parce qu'il est général et que nos architectes en France l'ont élevé à la hauteur d'un principe, c'est la déperdition du calorique. Toutes ces chambres ont des cheminées avec trappe. C'est fort bien. Mais ce qui serait mieux, ce serait d'étudier les nouveaux systèmes allemand et anglais relatifs au chauffage. Il y a là toute une révolution à faire et nous espérons que la présente exposition en démontrera l'incontestable utilité.

Pour terminer avec ces cuisines lilliputiennes, destinées à la classe peu aisée, le contresens est complet. Cette classe a surtout besoin d'une cuisine un peu large, avec un petit fourneau, c'est vrai, mais avec un évier suffisant, ce qui manque à l'avenue Labourdonnaye.

Nous nous résumons d'un mot. La maison Labourdonnaye est le spécimen le plus considérable qui ait été exposé jusqu'ici, mais c'est peut-être aussi l'un des moins réussis que nous connaissions.

N'est-il pas regrettable de voir, par la faute des exécutants, l'initiative du souverain aboutir à un résultat négatif et sa munificence ne servir qu'à démontrer les vices de notre architecture ouvrière? Espérons que cet exemple appellera l'attention de l'administration, et qu'à l'avenir on répondra mieux aux intentions bienveillantes de l'Empereur qui, par ses décrets des 22 janvier et 27 mars 1852, affectait une somme de dix millions à l'amélioration des logements d'ouvriers dans les grandes villes, somme énorme dont une partie a été jusqu'ici dépensée sans résultats appréciables.

Nous voici arrivé au bout de cette promenade préliminaire à travers l'Exposition du Champ de Mars. Nous n'avons pas la prétention d'avoir nommé tous les exposants de la classe 93. Nous avons même à dessein réservé les noms de ceux qui ont obtenu des récompenses ou dont les maisons nous en paraîtraient dignes.

FOUCHER DE CAREIL.

La suite, comprenant les MAISONS PRIMÉES, avec planches, paraîtra dans notre prochain numéro.

LES INSTRUMENTS DE MUSIQUE,

Par M. **Félix BOUDOIN.**

I

NOTIONS HISTORIQUES.

La musique, de tout temps, fut en grand honneur chez les peuples, occupant leurs loisirs, ayant place dans leurs fêtes. Les poëtes l'ont chantée et la portaient si haut qu'ils lui attribuaient une origine divine; c'est ainsi qu'ils nous montrent Apollon exilé sur la terre et apprenant la lyre aux bergers.

Nous ne voulons pas ici rapporter les fables mythologiques. Notre intention est de faire seulement un resumé rapide de l'histoire de la musique, en partant des essais les plus grossiers qui furent tentés dans les siècles les plus reculés pour arriver à peu près à l'époque où ces différentes ébauches sont devenues de véritables instruments de précision soumis à des lois presque inflexibles.

Dans une semblable pérégrination, il est bien difficile d'établir un ordre régulier; nous serons donc obligé de couper notre sujet en presque autant de paragraphes que nous aurons d'instruments à étudier.

Cet aperçu historique ne nous a pas paru inutile pour mieux faire ressortir le progrès que nous avons réalisé au temps présent, par la comparaison de nos magnifiques instruments avec ces ébauches si imparfaites qui faisaient cependant les délices de nos pères.

Et d'abord nous divisons cette première étude en trois parties distinctes : instruments à vent, instruments à cordes, instruments à percussion. Cette dernière classe est très-peu importante.

I. Instruments à vent.

Flûte. — D'après toutes nos recherches, la flûte est l'instrument le plus ancien. Elle date sans doute de la flûte de Pan. Son invention, que les poëtes attribuent tantôt à Apollon, tantôt à Pallas, à Mercure ou à Pan, fait voir assez que son usage remonte à la plus haute antiquité.

Hyagnis, selon Athénée, fut le plus ancien joueur de flûte. Le même auteur nous apprend que Silène inventa la flûte à plusieurs tiges (*syrinx* ou *fistula*, réunion d'un certain nombre de roseaux de différentes grandeurs), dont chacune donnait un son différent, et qu'un certain Numide du nom de *Scirités* imagina celle qui n'a qu'une seule tige percée de trous pour modifier les sons. *Marsya* fit une flûte de roseaux qui se jouait en même temps que la lyre.

On multiplia singulièrement la forme de cet instrument : il y en avait de lon-

gues, de petites, de moyennes, de droites, de courbes, etc. Les flûtes courbes étaient très-employées dans les rites sacrés; on cite la flûte de la table d'Isis et la *gyngrine* lugubre.

Il y en avait de tant de sortes qu'il est dificile d'en faire une nomenclature régulière. Le savant Lefèvre, qui fit les plus minutieuses recherches à ce sujet, désespérant d'y rien comprendre, termina son ouvrage par de mauvais vers latins pour louer Minerve qui, selon la fable, avait jeté la flûte dans l'eau, et pour maudire ceux qui l'en avaient retirée.

O benè quòd illam nigris merseras aquis!
Benè quòd volueras esse nullam tibiam!

La seule division acceptable qu'on puisse établir est celle-ci :

1° Flûtes égales droites ou *Lydiennes*. Elles rendaient un son grave et servaient sur les théâtres romains dans les sujets sérieux;

2° Flûtes égales gauches ou *Tyriennes*. Elles rendaient un son aigu et s'employaient au théâtre dans les sujets enjoués;

3° Flûtes inégales, c'est-à-dire droites et gauches. On s'en servait dans les pièces mêlées de grave et de comique. Elles s'appelaient *Phrygiennes*.

La flûte double donnerait à penser que l'harmonie n'était pas inconnue aux anciens, c'est du moins l'opinion de M. Fétis, car, dit-il, « il n'est pas présumable que les deux tuyaux fussent destinés à jouer à l'unisson. » Une peinture venant des fouilles de Pompéi nous montre un musicien jouant d'une flûte composée de deux tuyaux distincts se réunissant dans une embouchure commune.

Autrefois, la flûte remplissait un rôle important; il n'y avait point de mariages, point de festins, voire même point de convois funèbres sans joueurs de flûte. Elle conduisait les guerriers lydiens au combat, elle précédait les généraux vainqueurs dans leur marche triomphale. Nous avons déjà vu qu'elle tenait une grande place dans les sacrifices et dans les pièces de théâtre. Aujourd'hui, c'est un instrument secondaire qui ne sert plus que dans l'orchestre.

Hautbois, Clarinette, Basson. — Quant aux hautbois, clarinette et basson, ils sont moins anciens et descendent probablement de la musette, dont parle Virgile. Cette musette était un instrument grossier dont se servaient les ménétriers à la fin du seizième siècle, en France. Au reste, ce ne sont que des modifications plus ou moins éloignées de la flûte.

Cor, Trompette. — L'histoire ne nous fournit presque aucun renseignement sur les instruments de cuivre. Chez les anciens, on ne trouve que la trompette et le cor, qui n'en différait que par sa forme recourbée.

Le cor ou trompe de chasse fut inventé en France et perfectionné en Allemagne.

Les autres instruments de cuivre sortent du cadre de cette étude historique, parce qu'ils appartiennent à notre époque.

Orgue. — On fait remonter l'orgue, comme la flûte, à l'instrument de Pan; mais ce n'est qu'une origine de pure fantaisie, car il est impossible de trouver aucune tradition à cet égard. Ce qu'il y a de plus certain, c'est que l'invention en est très-ancienne, puisqu'on en voit des traces dans les écrits de Pindare, qui florissait cinq siècles avant notre ère.

Deux cents ans avant Jésus-Christ, *Ctésibius* employait la pression de l'eau pour mettre en mouvement la soufflerie d'une espèce d'orgue nommé *hydraulis*, ou flûte à eau. Plusieurs écrivains anciens, Athénée, Pline, Vitruve, nous ont laissé des détails sur la configuration de cet instrument; mais sans doute que la

chose n'était point très-claire pour eux, car il est difficile de se l'imaginer en lisant leurs descriptions. D'après leurs renseignements, cependant, on peut voir que déjà le clavier était connu, ainsi que l'usage de soupapes pour fermer et ouvrir les tuyaux.

L'*hydraulis* emportant avec lui beaucoup d'inconvénients, on trouva le moyen de se passer de l'eau, et l'orgue pneumatique fut imaginé. L'histoire ne nous a point conservé le nom de son inventeur.

On prétend que le premier orgue de ce nouveau genre qui fut connu en France, avait été envoyé en 757 à Pépin le Bref par l'empereur Constantin Copronyme. Il était de petite dimension et portatif; le roi le fit placer dans l'église de Saint-Corneille à Compiègne.

Cependant, aux quatrième, cinquième et sixième siècles, il était déjà connu et cultivé dans beaucoup d'endroits, en Italie, et même dans les Gaules, « partout où Rome avait porté son luxe et ses fêtes. »

Une lettre attribuée à saint Jérôme parle d'un orgue, à Jérusalem, ayant douze soufflets et se faisant entendre à plus de mille pas. Il est probable qu'il n'avait que douze tuyaux, et qu'il avait un soufflet pour chacun d'eux. Dans tous les cas, il ne peut être considéré que comme une curiosité.

Citons ici quelques auteurs dont les écrits sont plus rapprochés de nous.

Le poëte Claudius comparait le son de l'orgue à une moisson d'airain (*seges œnea*).

« Considérez, dit Tertullien, cette machine surprenante et magnifique qu'on appelle orgue, composée de tant de parties différentes, de tant de pièces formant un si grand assemblage de sons et comme une armée de tuyaux; cependant, le tout pris ensemble n'est qu'un seul instrument. (Tert. *de animâ*.)

Et ce passage de l'empereur Julien, dans lequel nous trouvons de véritables détails :

« Voici une autre espèce de tuyaux; ils sont fixés sur un sol de bronze. Leurs sons puissants ne sont point causés par notre souffle, mais le vent, sortant d'un antre fait d'une peau de taureau, pénètre dans les tuyaux pendant qu'un artiste habile promène ses doigts sur les touches qui y correspondent et produit un ensemble harmonieux. »

Suétone rapporte que Néron, qui était fou de musique, comme on le sait aimait beaucoup le jeu d'orgue. Il le faisait figurer dans les grandes solennités du cirque.

Les chrétiens, qui avaient en horreur tout ce qui servait aux fêtes profanes, repoussèrent d'abord cet instrument, malgré que par « ses sons graves et dévotieux, » comme dit Montaigne, il convînt parfaitement au mysticisme de leurs fêtes. Ce ne fut que vers le premier siècle qu'on le reçut dans les églises, les uns disent sous le pape Vitalien Ier, les autres sous Boniface VII.

Le pape Sylvestre, homme d'une science remarquable, et qui ne dédaignait pas la musique, imagina quelques perfectionnements qui ne sont pas venus jusqu'à nous. Guillaume de Malmesbury, écrivain du onzième siècle, dit même qu'il faisait usage de la vapeur (*aquæ calefactæ violentiâ ventus emergens implet concavitatem barbiti*). Le texte est assez clair. Au reste, employer ce système après l'invention de l'orgue pneumatique était bien plutôt un pas en arrière qu'un progrès.

Qu'il me soit permis de citer un instrument bizarre inventé par un abbé Poncelet au commencement du siècle dernier. Ce musicien original avait représenté chaque son par une saveur, dans l'ordre suivant :

L'acide répondait à l'*ut*, le fade au *ré*, le doux au *mi*, etc. En pressant une touche du clavier, on tirait en même temps un son d'un tuyau et une goutte de

liqueur d'une fiole, et, à la fin, le mélange était agréable ou désagréable, suivant que l'artiste avait joué de façon à plaire aux auditeurs ou à leur écorcher les oreilles.

Enfin ce n'est que vers le quatorzième siècle que des améliorations véritables furent apportées à l'orgue, d'abord par l'Italien *Francesco Landino*, à Venise, en 1340. Ce fut le premier organiste célèbre ; ensuite au siècle suivant, par l'Allemand *Bernard*, qui inventa les pédales.

C'est alors qu'on s'occupa des moyens de rendre expressif cet immense instrument. L'architecte *Claude Perrault* travailla beaucoup dans ce but, mais il ne paraît pas qu'il ait trouvé une solution. On est parvenu, dans ces derniers temps, à rendre l'orgue expressif en renfermant les jeux dans une caisse dont le côté est garni d'une jalousie que l'organiste peut ouvrir ou fermer plus ou moins selon son gré, au moyen d'une pédale spéciale ; mais le résultat est loin d'être parfait, et l'on sent trop que l'artiste emploie un moyen mécanique.

Ici devrait être placée la description du mécanisme des orgues telles qu'on les construit à présent. Nous la réserverons, toutefois, pour servir d'introduction à l'étude des instruments de ce genre qui se trouvent à l'Exposition.

Observons seulement, en passant, que c'est à l'orgue qu'on doit la naissance de la science harmonique, car c'est le premier instrument sur lequel on s'imagina de faire entendre simultanément plusieurs sons et d'étudier sérieusement les effets produits par leurs différentes combinaisons.

Harmonium. — L'harmonium se rapproche de l'orgue à l'endroit de la soufflerie et du mécanisme du clavier.

L'instrument actuel n'a pas beaucoup de rapports avec l'origine qu'on lui assigne. En 1760, le célèbre *Franklin* imagina de composer une série de cloches de verre qu'il remplissait d'eau plus ou moins afin d'établir les intervalles entre les sons qu'il obtenait en effleurant le bord de la cloche avec le doigt.

Après lui, *Lenormand* remplaça les cloches par des lames de verre de différentes longueurs. Ces lames était appuyées par leurs extrémités sur des cordes tendues ; pour obtenir un son, on frappait chaque lame avec une baguette terminée par un marteau de liége.

Enfin, en 1810, *Grenié*, de Bordeaux, employa des lames métalliques mises en vibration par le système de soufflerie de l'orgue. C'est là l'origine sérieuse de l'harmonium ou orgue expressif, auquel MM. Debain et Alexandre ont apporté tant de perfectionnements.

II. Instruments à cordes.

Lyre — L'opinion la plus généralement admise accorde aux peuples orientaux, et en particulier aux Égyptiens, l'usage de la lyre avant les Grecs. C'est, chez les anciens, le type des instruments à cordes.

Nous n'en trouvons cependant de description que dans les auteurs grecs, qui nous apprennent que la caisse de l'instrument était formée d'une écaille de tortue ; sur cette écaille était tendue une peau qui constituait la table de résonnance ; les cordes étaient attachées d'un côté à la caisse et de l'autre à un joug fixé à deux cornes de bœuf plantées dans la caisse. Elle eut d'abord 3 cordes ; plus tard on en mit jusqu'à 7, et même jusqu'à 11.

On employait quelquefois la lyre pour soutenir la voix des poëtes qui chantaient leurs œuvres, ce qui fait penser que leur chant était bien monotone s'il ne se composait que de 7 sons.

Cythare. — La cythare n'est qu'une modification de la lyre; sa caisse était moins grande et elle avait les sons plus aigus.

Harpe. — La harpe remonte à la plus haute antiquité; on en a découvert souvent dans les tombeaux égyptiens ayant depuis 4 cordes jusqu'à 22 et davantage. Ces cordes étaient en boyaux de chat, comme l'attestent les fouilles qui ont été faites et qui ont permis d'en retrouver d'assez bien conservées. En 1832, on en découvrit à Thèbes de toutes montées.

La Bible parle souvent d'un instrument appelé *kinnor;* c'était une petite harpe comme celle dont David joua en dansant devant l'arche.

La harpe éolienne ne se jouait pas : on la plaçait dans un courant d'air, et le vent, mettant en vibration les cordes, lui faisait rendre des sons qui avaient quelque chose de céleste et d'aérien. Elle n'est pas très-ancienne.

Guitare. — On ignore l'origine de la guitare. Nous la tiendrions des Espagnols qui la tenaient peut-être des Maures. Ce qu'il y a de certain, c'est que, de temps immémorial, elle est en vogue en Espagne pour les sérénades.

Violon, Violoncelle, Contrebasse. — Les instruments à cordes pincées et à manche ressemblant à notre guitare sont d'origine orientale; mais il paraît que l'idée de disposer ces cordes sur un chevalet, et de les faire résonner à l'aide d'un archet, appartient à l'occident et est née dans le moyen âge.

Le violon proprement dit vient à la fin du quinzième siècle; ensuite la viole qui était plus grande et avait une corde de plus. On croit que les premiers violons ont été fabriqués en France; cette opinion est fondée sur ce que, dans les partitions italiennes du seizième siècle, ils sont indiqués par ces mots : *Piccoli violini alla francese.*

Le violoncelle a été introduit en France, sous Louis XIV, par le florentin *Batistini.* On en attribue l'invention au père *Tardieu de Tarascon.*

Nous n'avons point de renseignements précis sur la contrebasse, dont l'origine est sans doute étroitement liée à celle du violon.

Clavecin. — Le clavecin date du quinzième siècle; cependant, quelques auteurs le font remonter plus haut. On a vu à Rome, il y a deux ou trois siècles, un clavecin à cintre droit, composé de vingt-cinq touches, sans dièzes ni bémols, qui avait été, dit-on, transporté de la Grèce dans cette ville, dès le temps de Jules César.

Le *clavicorde,* l'*épinette* et le *clavecin* sont de la même famille. Dans le clavicorde, ce sont des lames de cuivre qui attaquent la corde, d'où un son aigre et désagréable; dans l'épinette, ce sont des prismes de bois munis de pointes de plumes.

Piano. — Les premiers essais significatifs sont dus à Bartholomeo Cristofali, en 1711, et à Marius, à Paris, en 1716 : ils inventèrent le système des marteaux. On vit ensuite quelques perfectionnements en Allemagne et en Angleterre; le nouvel instrument prit le nom de *piano forte, forte piano,* parce qu'il était possible, par le toucher, de lui faire rendre des sons forts ou doux,

En 1780, Sébastien Érard fonda, en France, la première fabrique qui ait eu du succès; c'est depuis ce temps que le piano (qui ne conserva que ce nom) marcha de progrès en progrès jusqu'au point où nous le voyons aujourd'hui. La pédale qui introduit une languette de feutre entre chaque marteau et la corde, les étouffoirs étant levés, donne au son quelque chose d'aérien.

Qu'a-t-il fallu pour que les cordes donnassent un son pur sous l'action du marteau? Qu'elles fussent plus tendues, plus fortes et plus courtes. La table de

résonnance ou d'harmonie étant rendue le plus sensible qu'on la puisse rendre, et les cordes parfaitement choisies, le reste dépend de la perfection du marteau et de la manière dont il est garni.

III. Instruments à percussion.

Tam-tam. — Le tam-tam est originaire de la Chine, le pays du tapage au point de vue musical : c'est tout simplement un large disque aux bords relevés, composé d'un alliage de différents métaux, et trempé. On le frappe avec une baguette garnie d'un tampon de peau; il rend un son lugubre et effrayant.

Cymbales. — Les cymbales consistaient, comme à présent, en deux disques qu'on frappait l'un contre l'autre. Chez les anciens, chaque cymbale représentait un demi-globe de bronze, de façon que, selon Servius, les deux moitiés de l'instrument figuraient les hémisphères du ciel.

Elles servaient principalement dans les cérémonies religieuses en l'honneur de Cybèle, qui passait pour les avoir inventées, selon l'habitude des païens de tout attribuer à leurs dieux.

Cet instrument était très-usité chez les Juifs; il en est question dans presque tous les cantiques de l'Écriture sainte.

Tambour. — Nous tenons le tambour de la Perse et de l'Égypte. Chez les Perses, il consistait dans un cylindre de bois creux, avec une peau tendue à chaque bout. Ils s'en servaient pour aller au combat, afin d'exciter les soldats et peut-être aussi pour régler leur marche.

Les Grecs et les Romains n'en usaient pas, bien qu'ils le connussent; ils n'avaient que le tambour de basque qui est si répandu en Espagne.

Timbale. — La timbale nous vient des Sarrazins. Elle fut introduite en France en 1457, sous Charles VII. C'est un vaste chaudron sur l'ouverture duquel est tendue une peau que l'on fait résonner avec l'aide d'une baguette.

Ici nous terminons cet abrégé sur l'histoire des instruments de musique. Donner plus de détails, ou pousser notre description jusqu'à un temps plus rapproché de nous, serait sortir du cadre que nous nous sommes tracé. Ce sera l'objet d'un prochain article dans lequel nous jetterons un coup d'œil rapide sur toutes les expositions nationales ou universelles qui ont précédé celle de 1867.

FÉLIX BOUDOIN.

ÉTUDE

SUR

L'ESSAI ET L'ANALYSE DES SUCRES

EXPOSÉS EN 1867.

PAR M. ÉMILE MONIER
Ingénieur civil, Membre de la Société chimique de Paris.

I

Les sucres et les appareils ayant rapport à cette fabrication occupent une place importante à l'Exposition, non-seulement dans la classe française, mais dans presque toutes les sections étrangères.

Nous ne nous occuperons ici que des sucres et appareils pour les analyser: l'on sait que l'analyse des matières premières joue un rôle très-important dans cette industrie, et c'est d'après leur composition, et non d'après leur nuance, que les raffineurs achètent leurs produits bruts. Quant à l'outillage, il suffira de consulter le remarquable travail de M. Basset, dont le commencement a été inséré dans le troisième fascicule des *Études sur l'Exposition*.

SUCRES RAFFINÉS. — Nous citerons d'abord ceux de MM. Jeanti et Prevost, à la Villette : leurs sucres raffinés sont remarquables par la blancheur et la finesse de leur grain, et constituent des produits de premier choix. MM. Jeanti et Prevost ont obtenu, aux dernières expositions de Londres et de Paris, des médailles de 1re classe.

Les sucres de M. Constant Say sont, soit à l'état de grains fins et blancs comme ceux cités plus haut, soit à l'état de gros cristaux, et constituant des pains, tout à fait semblables aux produits anglais. Il est vrai de dire que ces derniers sont pour l'exportation. Le grand défaut des sucres anglais, ou à gros cristaux, c'est de ne se dissoudre que très-difficilement dans l'eau, et nous ne pensons pas que ceux de M. Say soient dans ce cas, et qu'ils se comportent à peu près comme les sucres à grains fins qu'il expose dans la même vitrine.

M. Fiévet, à Sin, près Douai, expose des pains obtenus directement avec le jus de betteraves additionné de sucre brut; les sirops ainsi obtenus sont filtrés, puis évaporés à l'aide de l'appareil à cuire en grains. L'on sait que, dans les raffineries de Paris, la fonte des sucres bruts se fait dans des sirops de faibles densités provenant du lavage des filtres [1]; chez M. Fiévet, ils sont donc remplacés

1. Ces sirops ou petites eaux marquent de 5 à 20 degrés Baumé.

par du jus de betteraves déféqué et clarifié. Les pains ainsi obtenus sont très-beaux.

Sucres bruts. — Parmi les sucres bruts, nous remarquons d'abord ceux de MM. R. Bouvet : ils sont bien cristallisés et tout à fait blancs; leur richesse au saccharimètre est de 99,6. Ce sont donc sensiblement des produits raffinés, et ils pourront, nous en sommes certains, être livrés directement à la consommation. Nous trouvons aussi dans la même vitrine des mélasses parfaitement raffinées, et n'ayant plus qu'une très-légère coloration jaune-ambre. Ces produits sont très-recherchés dans quelques contrées, et notamment dans l'est de la France.

M. Baroche expose des sucres pilés très-blancs qui pourront remplacer avantageusement les mêmes sucres provenant des raffineries.

Dans la section des colonies françaises, nous remarquons d'abord les premiers jets de l'usine centrale de Glugny, fondée sous la direction de M. de Dion, ingénieur civil, et appartenant à M. de Rancongne (Guadeloupe). Ces sucres sont certainement les plus beaux qu'on puisse voir à l'Exposition; ils sont tout à fait blancs et en gros cristaux; leur richesse au saccharimètre est de 99 à 99,6 0/0. Ce sont donc des produits parfaitement purs.

Les sucres de MM. Souques et Cail, à la Guadeloupe, sont aussi très-blancs et à l'état de petits cristaux.

A la Martinique, nous remarquons les sucres raffinés de MM. Guiollet et Quennesson : ils sont à l'état de gros cristaux et ressemblent un peu aux produits anglais.

Les premiers jets de la Réunion sont un peu jaunes, mais à nuance égale, et surtout pour les produits inférieurs. Ces sucres l'emportent de beaucoup en richesse sur ceux de la Martinique et de la Guadeloupe. (Voir les résultats d'analyses de sucres de même nuance bonne 4me.) Parmi les plus beaux sucres, nous citerons d'abord ceux de l'usine de la Savane : ils sont à l'état de gros cristaux, un peu jaunes, et ceux de M. Vergoz fils; ces derniers sont à l'état de grains fins, à peu près blancs.

II

Nous donnons ici, avant de passer à la description des appareils, quelques-uns de nos résultats d'analyses. Nous indiquons d'abord pour ces essais : 1° le titre saccharimétrique des produits; 2° leur proportion de glucose; 3° la quantité d'eau; 4° les cendres ou sels.

Nous attachons surtout une grande importance à cette dernière détermination, car elle permet de calculer le rendement d'un produit brut en sucre raffiné, sachant que 1 partie de cendres ou sel retient en moyenne cinq fois son poids de sucre à l'état de mélasse. Cela posé, il suffira d'un exemple pour faire comprendre la marche à suivre dans le calcul des rendements : soit un sucre indigène dont la teneur en sucre est de 95 pour 100, mais renfermant 1,5 de cendres, la quantité de sucre enlevée par les sels sera de $1,5 \times 5$ ou 7,5; par suite, le rendement sera de 95 — 7,5 ou 87.5. C'est à peu près ce que doit donner la bonne 4me. Si pour la même richesse en sucre (95 p. 0/0), l'on trouve 2,5 de cendres, la proportion de sucre retenue à l'état de mélasse sera de 12,5, et le rendement descendra à 82.5. Ainsi donc, une proportion de cendres de 1 pour 100 en plus fera baisser le rendement de 87.5 à 82.5.

Si le résultat pratique ne s'accordait pas avec celui que donne la théorie, il

faudrait en conclure qu'il y a eu perte de sucre ou déchet, soit dans le lavage imparfait des filtres, soit dans le traitement des noirs résidus. Ces deux causes réunies peuvent s'élever, dans un travail défectueux, à plus de 1 pour 100 du poids du sucre soumis au raffinage. Si le travail a été fait dans de bonnes conditions, il faut qu'en ajoutant au poids du sucre raffiné celui de la mélasse obtenue, on reproduise le poids du sucre brut soumis au travail.

Supposons, par exemple, que l'on ait obtenu 89 de sucre et 10 pour 100 de mélasse, on aura, en ajoutant ces deux résultats, le nombre 99 au lieu de 100; il y aurait donc ici 1 pour 100 de sucre perdu [1].

RÉSULTATS D'ANALYSES DE SUCRES INDIGÈNES DE MÊME NUANCE (BONNE 4me OU N° 12).

ÉCHANTILLON.	SUCRE cristallisable.	GLUCOSE.	CENDRES.	EAU.	RENDEMENT au raffinage.	OBSERVATIONS.
Nos 1	96.0	»	1.00	0.90	91.0 %	Très-riche.
2	95.0	»	1.70	2.50	86.5	
3	93.0	»	2.00	2.20	83.0	
4	94 0	0.30	1.10	1.50	88.5	
5	96.0	»	1.30	1.50	89.5	
6	92.0	0.80	2.50	3.60	79.5	Sucre avarié.
7	95.5	»	1.20	1.10	89.5	
8	95.0	»	1.10	2.00	89.5	
9	94.5	»	2.00	1.90	84.5	
10	96.0	»	1.09	1.62	90.5	
11	95.0	»	1.50	1.30	87.5	
12	93.5	0.3	1.90	2.40	84.0	Type de la Bourse.
13	95.0	»	1.40	1.60	88.0	
14	94.0	»	1.60	2.10	86.0	
15	92.0	0.50	2.00	3.80	82	
SUCRES BELGES DE MÊME NUANCE (BONNE 4me OU n° 12).						
Nos 1	92.5	»	2.23	3.40	81.5 %	
2	94.0	»	1.80	2.24	85.0	
3	96.50	»	1.10	1.60	91 0	
4	95.0	»	1.50	2.26	87.5	
5	90.50	0.60	4 40	2.10	68.5	Forte proportion de sels.
6	92.50	0.40	2.30	2.40	81.0	
7	95.50	»	1.60	1.80	87.5	
8	94.0	»	1.40	1.68	87.0	
9	95.5	»	1.30	1.50	88.5	
10	95.5	»	1.20	1.30	89.5	

En jetant les yeux sur ces deux tableaux, l'on voit que, pour des sucres de même nuance (bonne 4me), il peut y avoir des différences de 4 pour 100 pour le titre saccharimétrique, et de 11 pour 100 dans le rendement en raffinés. Pour les sucres belges, les écarts sont encore plus grands : en effet, le rendement peut varier entre 89.2 et 68.5 pour 100. Il est vrai d'ajouter que ce dernier ré-

1. Émile Monier, *Guide pour l'essai et l'analyse des sucres indigènes et exotiques.* 1 volume grand in-18, 96 pages et figures, Paris, 1866. Bibliothèque des professions industrielles et agricoles.

sultat est extrêmement rare; il correspond, en effet, à un sucre titrant 90 au saccharimètre pour 4.40 de substances salines; ce sont surtout les cendres qui produisent ce rendement déplorable; aussi leur détermination, comme nous l'avons dit plus haut, a infiniment plus d'importance que celle du sucre cristalisable à l'aide du saccharimètre.

Dans le troisième tableau, nous donnons nos résultats d'analyses pour les sucres de la Martinique et de la Guadeloupe.

SUCRES DE LA MARTINIQUE ET DE LA GUADELOUPE DE MÊME NUANCE (BONNE 4me OU n° 12).

ÉCHANTILLON.	SUCRE cristallisable.	GLUCOSE.	CENDRES.	EAU.	RENDEMENT en raffinés.	OBSERVATIONS.
Nos 1	92.0	3.55	0.35	3.00	84.0 %	
2	90.5	3.75	0.75	4.20	81.0	
3	90.0	5.40	1.00	5.90	80.0	
4	88.0	5.60	1.10	5.00	76.0	
5	91.5	3.50	0.80	3.80	83.0	
6	87.0	7.50	1.00	4.00	74.0	
SUCRES DES ÎLES BOURBON ET MAURICE (BONNE 4me).						
Nos 1	95.0	2.50	0.60	1.80	90.0 %	
2	93.0	3.10	0.70	3.10	86.0	
3	92.5	4.00	0.90	2.10	85.0	
4	92.0	3.00	0.60	2.80	84.0	
5	91.0	3.50	0.70	3.80	82.0	
SUCRES DE LA HAVANE DE MÊME NUANCE (BONNE 4me OU n° 12).						
Nos 1	95.0	2.50	0.60	1.35	90.0 %	
2	95.5	1.70	0.80	0.90	91.0	
3	96.0	»	»	»	»	(Saccharimètre).
4	94.0	2.60	0.70	1.10	88.0	
5	94.5	2.50	0.60	1.50	91.0	Java et Sumatra.
6	93.0	»	»	»	86.0	Java et Sumatra.
7	95.0	»	»	»	90.0	Id.

Les rendements pour les sucres exotiques ont été calculés par une autre méthode. En effet, il n'est plus possible de les baser comme pour les sucres indigènes, sur la teneur en substances salines de l'échantillon, car dans les cendres de sucres exotiques, on ne trouve qu'une très-petite proportion de sels de potasse; les autres substances sont inertes, telles que le sable et le carbonate de chaux, et sont retenues par les filtres. En revanche, les sucres de canne renferment toujours une proportion notable de glucose retenant dans le raffinage une quantité de sucre plus ou moins variable, et qu'il est impossible de déterminer *à priori*; aussi nous avons eu recours, pour ces déterminations, à une méthode empirique très-simple, qui consiste à retrancher du titre saccharimétrique le poids total des substances étrangères de l'échantillon; soit, par exemple, 91 pour le titre d'un sucre de la Martinique, le poids total des substances étrangères étant de 9 pour 100, le rendement sera de 91 — 9 ou de 82

pour 100. On les calculera de la même manière pour tout échantillon dont le titre saccharimétrique sera connu [1].

III

Description des appareils pour l'essai et l'analyse des sucres.

Parmi les appareils destinés à l'essai des sucres, nous commencerons par le saccharimètre qu'expose M. Jules Duboscq à Paris. La théorie de cet instrument repose, comme on le sait, sur la polarisation de la lumière, l'une des parties les plus élevées et les plus abstraites de l'optique.

Le saccharimètre, fig. 1, se compose de cinq organes ou parties mobiles, qui sont :

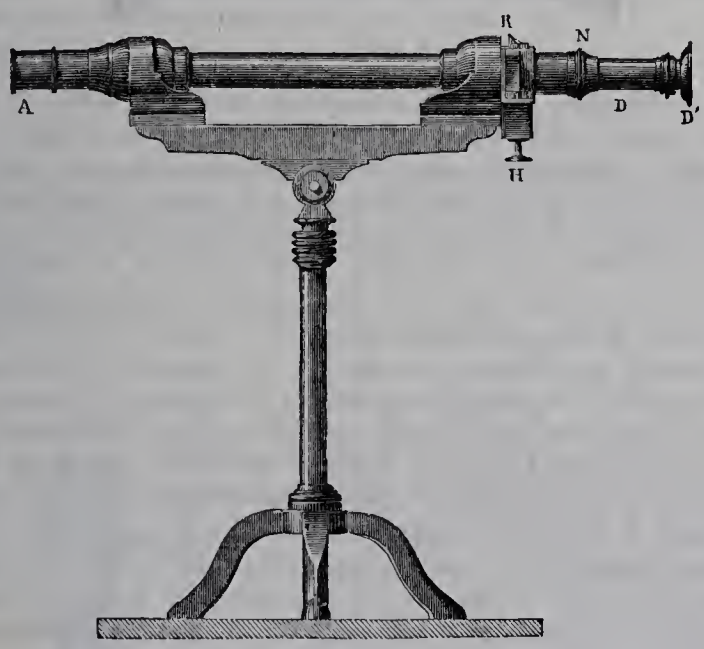


Fig. 1.

1° Un tube mobile ou porte-oculaire D'D, contre lequel l'opérateur applique l'œil, et qu'il retire ou enfonce de manière à voir directement ;

2° Un petit bouton vertical qui sert à régler l'instrument de manière à faire coïncider le zéro de l'échelle avec le zéro de l'indicateur ;

3° Un grand bouton horizontal, H, pour lequel on rend uniforme la teinte de l'objet de la vision ;

4° Un anneau molleté, N, à l'aide duquel on donne à la lumière de passage la teinte ou la couleur la plus propre à une évaluation précise :

5° Enfin la règle divisée, R', sur laquelle on lit le nombre de la richesse du sucre examiné.

Le saccharimètre doit être réglé pour qu'il puisse servir à l'essai des sucres, et doit marquer zéro lorsque l'on opère avec de l'eau distillée, et 100 divisions avec le sucre pur.

1. Nous ne connaissons pas de méthode plus rigoureuse pour calculer le rendement d'un sucre exotique, mais nous croyons que dans bien des cas, cette méthode donnera des résultats très-rapprochés de la vérité.

Devant l'ouverture du saccharimètre, on place une lampe-modérateur ou toute autre, bien allumée, de manière que la lumière passe devant l'axe de l'instrument et le traverse.

On remplit d'eau un tube, fig. 2, semblable à celui qui contient la solution sucrée, et on l'insère dans l'appareil à la place qui lui est réservée, entre la partie oculaire et la partie objective; puis, plaçant l'œil en D, on enfonce ou l'on retire le tube mobile DD′ jusqu'à ce qu'on voie distinctement un cercle partagé en deux demi-disques colorés chacun, soit d'une et même nuance, soit de deux nuances différentes, séparées par une seule ligne noire qui doit apparaître bien tranchée et bien nette.

Fig. 2.

Première rectification. Si les deux disques ne sont pas colorés de la même nuance, on tournera le grand bouton H à droite ou à gauche, jusqu'à ce que les teintes des deux demi-disques soient parfaitement identiques, et que l'œil ne puisse discerner entre elles aucune différence; en opérant ainsi avec un tube d'eau, le petit censeur devra s'arrêter au zéro de l'échelle divisée R′.

Cela posé, pour faire l'essai d'un sucre, on en prend 16 gr. 350 mill., qu'on dissout dans une certaine quantité d'eau, puis on verse la solution dans un matras jaugé de 100 centimètres cubes; on clarifie ensuite le sirop ainsi obtenu, et suivant sa coloration, en y ajoutant un volume de 2 à 5 centimètres cubes de sous-acétate de plomb, et on achève de remplir le matras jusqu'au trait d'affleurement; on agite le mélange, et l'on filtre. La solution est ainsi préparée, et, pour faire l'essai d'un sucre, il suffira de remplir un tube semblable à celui pour l'eau, et d'opérer de la même manière. Si, dans cet essai, le curseur s'arrête à la division 92, par exemple, l'on dira que le sucre en question renferme 92 pour 100 de sucre cristallisable. Pour le sucre raffiné ou pur, le curseur doit s'arrêter à la division 100 de l'échelle. Si le sucre à essayer renfermait du glucose ou toute autre substance dont le pouvoir dotataire est différent de celui du sucre de canne, les nombres trouvés plus haut ne seraient plus justes; il faudrait, pour avoir son titre réel, opérer par inversion. Pour terminer ce qui est relatif au saccharimètre, nous ajouterons que le sucre incristallisable[1] dévie la lumière polarisée en sens contraire, c'est-à-dire à gauche, et le sucre pur à droite; la dextrine, comme son nom l'indique, dévie également la lumière polarisée vers la droite, comme pour le sucre de canne, mais les nombres qu'on trouve dans les déviations en sont tout différents.

Détermination de l'eau et des cendres.

M. Wiesnegg, à Paris, a apporté, depuis quelques années, de grands perfectionnements dans la construction des appareils à gaz pour laboratoire; parmi ceux qu'il expose nous ne décrirons que les appareils qui conviennent le plus pour l'essai complet d'un sucre.

Les sucres bruts peuvent renfermer une quantité d'eau très-variable, suivant la nature et la forme de leurs cristaux. Ainsi, pour les sucres bien cristallisés, la

1. 100 parties de sucre incristallisable obtenues par l'action d'un acide minéral produisent une déviation de — 38.

proportion d'eau peut varier entre 2 millièmes et 2 pour 100 de leur poids; dans les sucres à l'état de grains fins, cette proportion varie entre 1 et 5 p. 100.

La détermination de l'eau se fait en chauffant un poids connu de sucre à une température de 100 à 110 degrés, qu'on obtient facilement à l'aide du bain de sucres de M. Wiesnegg. Il se compose d'un bassin de fer A (fig. 3), d'une profondeur de 7 à 8 centimètres sur 35 centimètres environ de diamètre. Ce bassin, qui renferme le sable, repose sur un manchon de tôle; à l'intérieur de ce manchon se trouve une couronne de fer à laquelle sont adaptés 7 à 8 becs à gaz rangés d'une manière symétrique; enfin, un robinet C′ donne, en l'ouvrant plus ou moins fort, la température voulue.

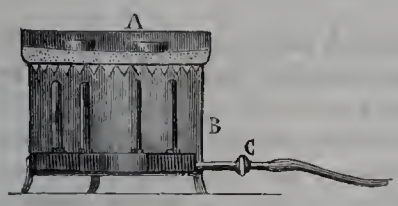


Fig. 3.

M. Wiesnegg construit aussi des étuves chauffées au gaz; elles sont très-commodes lorsqu'on a un grand nombre de dessications à faire en même temps.

Appareils à incinération.

La détermination des cendres, qui a aussi une grande importance, se fait en brûlant un poids connu de sucre dans une capsule de platine. Cette opération se fait très-rapidement, soit à l'aide d'un fourneau à moufle, soit avec une lampe à gaz.

La lampe à gaz consiste en un cylindre A (fig. 4), qui communique dans le bas avec l'air atmosphérique; il est fermé à sa partie supérieure par un diaphragme de toile métallique qui laisse passer le gaz; un bec de chalumeau, communiquant avec le soufflet d'une petite forge, est placé dans le cylindre, et vient s'ouvrir au niveau de la toile métallique; à l'aide de ce soufflet, il est possible de porter la température du creuset E au rouge-blanc; le gaz arrive par le tube C′ et se mélange à l'air dans le manchon avant de se brûler sur la toile métallique.

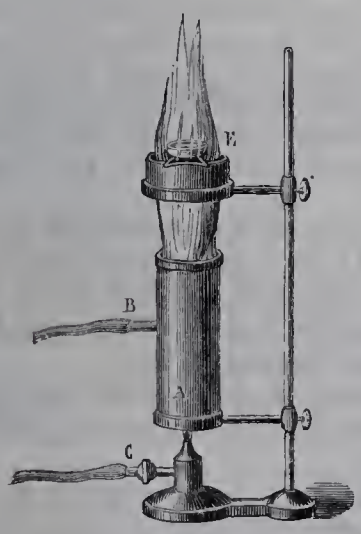


Fig. 4.

La détermination des cendres se fait ordinairement sur un poids de 10 grammes de sucre, qui donne en brûlant un résidu charbonneux très-volumineux; le résidu disparaît à peu près complétement sans qu'il soit nécessaire de faire marcher le chalumeau; les dernières traces de charbon sont cependant très-difficiles à brûler, car elles sont pénétrées de sels de potasse et de soude qui, par leur fusion, les privent du contact de l'air; mais en faisant aller le soufflet, elles disparaissent en moins de quelques minutes.

Fourneau à moufle.

Cet appareil permet d'incinérer une matière organique beaucoup plus promptement que le fait la lampe à gaz.

Il se compose d'un moufle ou demi-cylindre en terre cuite, dans lequel on peut placer deux ou trois capsules de platine. Les parois latérales du moufle sont percées de fentes longitudinales par lesquelles s'établit un tirage de l'air

extérieur qui s'introduit par la porte du moufle, et s'échappe à travers ces fentes dans le courant d'air du fourneau. Les capsules sont donc constamment dans un courant d'air très-oxydant qui brûle très-facilement les matières organiques qu'on y a placées.

Le chauffage du moufle se fait au gaz, à l'aide d'un tube horizontal sur lequel se trouvent adaptés quatre becs verticaux. Le gaz chauffe d'abord la partie inférieure du moufle, puis se divise en deux courants qui se rejoignent à la partie supérieure, de sorte que le moufle est complétement entouré par la flamme produite par la combustion du gaz; de là, il s'échappe par une petite cheminée en tôle. Un robinet, placé sur le conduit horizontal qui amène le gaz, permet d'obtenir, en l'ouvrant plus ou moins fort, la température voulue. .

L'essai d'un sucre à l'aide d'un fourneau à gaz se fait comme précédemment, en opérant sur 10 grammes de l'échantillon. Dans quelques raffineries, on ajoute au sucre, avant de le placer dans le moufle, quelques gouttes d'acide sulfurique, sous l'influence de la chaleur; une partie de cet acide transforme les sels en sulfates, et l'autre partie se décompose en oxygène et en acide sulfureux. Grâce à l'oxygène provenant de cette décomposition, le carbone du sucre s'oxyde facilement et brûle en quelques instants.

Les cendres ainsi obtenues sont blanches, mais leur poids est sensiblement plus grand qu'en opérant sans acide. Il faut, pour avoir leur poids réel, les multiplier par 0,9. Ainsi, par exemple, soit 2,3 pour les cendres sulfatées d'un sucre, le poids réel sera de $2,3 \times 0,9$ ou 2,07 pour 100 de sucre. L'avantage de cette méthode est donc de diminuer sensiblement la durée de l'incinération.

Conclusions.

Si l'on compare entre eux nos différents résultats d'analyse, l'on voit que, pour des sucres de même nuance (la bonne 4me), les plus riches sont ceux de la Havane; mais pour les nuances supérieures, ce sont nos produits qui l'emportent.

Le caractère principal des sucres indigènes, c'est de ne renfermer que de très-faibles proportions de glucose, s'élevant au plus à deux ou trois millièmes de leur poids, quelle que soit leur nuance; au contraire, dans les sucres exotiques (bonne 4me), les proportions de glucose oscillent entre 2 et 5 pour 100, c'est-à-dire 10 à 15 fois plus de sucre incristallisable que dans nos produits.

Le sucre indigène est, en général, sec; il donne une solution bleuissant le papier rouge de tournesol; les substances salines qu'il renferme peuvent varier entre 1 et 2,5 pour la bonne 4me.

Les sucres belges sont, en général, moins avantageux que les nôtres; ils sont plus chargés de substances salines, et, par suite, doivent donner un rendement un peu inférieur. La différence est encore plus sensible si l'on passe aux sucres de Prusse et d'Autriche; ces derniers sont, en général, à l'état de grains très-fins, et par conséquent très-humides. Quant à leur proportion de sels, elle dépasse de beaucoup la moyenne qne l'on trouve pour les sucres français.

Émile MONIER.

Parmi les exposants français ayant obtenu la médaille d'or, nous voyons figurer avec plaisir les noms de MM. Bouvet, Constant Say, de Rancongne, Lalouette, Quennesson, Savonnat et Woussem.

VII

LES CARTES ET LES GLOBES

A L'EXPOSITION

PAR M. **ENDYMION PIERAGGI.**

II

SECTION FRANÇAISE.

« Les Français, » a-t-on dit dans un anathème demeuré célèbre, « ne savent pas la géographie. » Il y a plusieurs manières de la savoir, et nous comprenons qu'à l'époque où ce jugement tant soit peu impertinent fut formulé, la manière française ne fût pas du goût de tout le monde. Mais aujourd'hui, dans tous les cas, nous sommes rentrés dans la manière classique de posséder cette science, et les artistes français ont prouvé surabondamment, *urbi et orbi*, qu'ils ne craignaient aucune espèce de rivalité dans cette partie. En voyant cette exubérance de cartes, de globes et de planisphères géographiques, astronomiques et géologiques qui, littéralement, encombrent la section française de la galerie affectée au matériel d'éducation, l'érudit se sent tout réjoui, et quels que soient les verdicts plus ou moins péremptoires portés par des esprits moroses, grande est la consolation de voir figurer, non-seulement les artistes officiels ou les grandes maisons de Paris, mais encore les professeurs de province, et même les plus modestes instituteurs locaux; ceux-ci même, comme nous le verrons plus loin, se sont distingués par un luxe de documents qu'il serait bon d'imiter, et si cet exemple était suivi dans les quatre-vingt-neuf départements de l'Empire, gouvernants et gouvernés sauraient bientôt à quoi s'en tenir sur la géographie générale de la France, et en tirer mille conclusions pratiques et utiles qui, en fin de compte, ne pourraient que grandement contribuer à la prospérité publique.

En présence des innombrables éléments qui figurent dans cette section, on comprendra que nous devons nous borner à citer les exemples les plus saillants pour servir de jalons aux personnes qui prennent intérêt à ces matières, et à leur donner des indications sommaires qui, excitant leur curiosité, les conduiront à découvrir et à examiner les documents que nous aurons été obligés d'omettre ou qui auront pu nous échapper.

L'imprimerie impériale, malheusement reléguée dans un des bas-côtés de la galerie, ne nous semble pas, pour ses produits, ceux du moins qui nous concernent, obtenir toute l'attention qu'elle mérite. Nous ne parlerons pas de la carte murale gigantesque de la géologie du Boulonnais, qui n'est qu'une feuille du grand atlas géologique de France; celle-là, par ses dimensions, est suffisamment visible; mais nous voulons parler des cartes plus réduites, dont l'*Histoire de César*, par S. M. l'Empereur, a nécessité la construction. Ainsi, nous voyons une carte orographique des Gaules, à l'époque de la domination romaine, et

dont l'étude doit faciliter considérablement l'intelligence des événements stratégiques de cette période. M. Schieble a aussi exhibé une carte de la même région, mais se rapportant à une époque antérieure : l'étude simultanée de ces deux cartes, complétée par la comparaison de la France moderne et de la France contemporaine, peut devenir pour les historiens, et même pour les philosophes, une source puissante d'intérêt et de méditations sérieuses.

Dans la même section se trouvent aussi des cartes militaires de diverses localités illustrées par des faits guerriers, telles que Toulon en 1793, Alexandrie en Égypte, les environs de Mantoue, etc. Ces cartes, de dimensions très-convenables, peuvent être aisément classées dans un portefeuille, ou reliées en atlas facilement portatif, de façon à pouvoir être consultées à tout instant sans difficulté.

Nous en dirons autant des cartes télégraphiques, commencées du temps de M. le duc de Persigny, et dont les éditions annuelles permettent de suivre les développements successifs du réseau.

En voyant les échantillons exposés par le dépôt des cartes de la marine, nous nous sommes senti pris d'un regret, que des cartes si bien exécutées et contenant une source si utile d'informations ne fussent pas plus connues, à moins peut-être que ce ne soit des hommes spéciaux. A d'autres points de vue qu'au point de vue pratique, les sondages et les relevés des côtes offrent un grand intérêt pour le géologue, par exemple, ou l'hydrographe, qui étudient les diverses formations et leurs puissances, ou le régime des eaux, ainsi que les modifications qu'il peut subir d'après les configurations topographiques. Nous ignorons si le dépôt de ces cartes est ouvert au public, mais, en présence des spécimens exposés, nous regretterions fort que de tels trésors demeurassent enfouis dans des cartons, et que le public studieux n'en eût point l'accès.

M. le ministre de l'instruction publique, dans la section des écoles primaires, a fait exposer trois cartes dont la vue nous a plongé dans de profondes et attristantes réflexions. Que les hommes qui s'occupent de la diffusion de l'instruction primaire, soit pour la combattre, soit pour la propager, que ces hommes s'arrêtent devant ces trois cartes teintes, qui représentent le degré d'instruction des conscrits en 1833, en 1850 et en 1866. En voyant cette carte absolument noire de 1833, et cette carte encore si peu éclaircie de 1866, nous dirons aux uns : Voyez avec quelle lenteur s'accomplit le progrès, et ne cherchez pas à l'entraver par des restrictions nuisibles; aux autres : Courage! en trente ans vos idées ont dégagé le tiers de la France de l'ignorance et des préjugés. Dans cette course à l'instruction, ce sont toujours les départements de l'Est qui se trouvent en avant, et malheureusement ceux du Midi, la région des intelligences pourtant, qui se traînent péniblement en arrière. Qu'en conclure? Qu'en cela, comme en tout, le fonds ne vaut rien sans le travail, qui parvient à faire quelque chose des esprits les plus médiocres, tandis que les meilleurs s'atrophient sans la culture. Ces réflexions ressemblent à certains axiomes inévitables; mais, dès qu'il s'agit d'instruction primaire, obligatoire ou non, il semble malheureusement que les vérités les plus évidentes deviennent contestables. Enfin, pour tout corollaire, nous renvoyons adversaires et partisans devant les cartes de M. le ministre, et nous les engageons à bien les étudier.

Nous avons plus haut mentionné M. Schieble, à propos des cartes de la Gaule. Cet artiste a aussi exposé des plans urbains; celui de Paris et d'Orléans, entre autres, d'une grande netteté, et en même temps d'une belle exécution au point de vue artistique. Du reste, nous croyons que son plan de Paris commence à avoir une certaine vogue, car nous l'avons remarqué dans différents magasins de premier ordre.

MM. Avril frères exposent un énorme plan-esquisse de Paris, accompagné de petits plans plus intéressants, savoir : la carte géologique et hydrographique du bassin. Nous voyons avec une satisfaction que nous ne cherchons pas à dissimuler que l'on commence à comprendre que la topographie superficielle n'est pas toute la géographie, et que la géologie et toutes les branches de la géographie physique se rattachent entre elles. Tant que l'on n'a pas été convaincu de ces principes, la géographie n'a pu être qu'incomplète; aussi applaudissons-nous aux efforts faits tant par les artistes que par les professeurs pour développer ces études. En conséquence, nous signalerons les cartes hydro-géologiques de M. Lez, des ponts et chaussées, à Lorrey (Seine-et-Marne), comme une excellente base pour les études des sources, d'autant plus que l'auteur ne s'est pas borné à de simples coupes, mais y a ajouté des résumés pratiques sur les modes d'opération, selon la nature et la configuration des sols mis à contribution. Ces résumés, entre autres indications, comprennent la conduite à tenir pour l'entretien et l'amélioration des sources, ainsi que les moyens de raviver celles qui menacent de s'épuiser.

L'abbé Richard, une des meilleures autorités dans cette matière spéciale, a exposé chez M. Bourdin une carte hydro-géologique et éléo-géologique, ou carte de sources d'huile minérale. Cette dernière indique un pas gigantesque de plus dans l'art de découvrir les sources, et l'étude raisonnée de cette méthode, convenablement appliquée, pourra avoir pour l'industrie d'incalculables conséquences. L'importance agricole d'une région dépend de ses moyens d'irrigation; son importance et sa supériorité industrielles dépendent de la facilité d'obtenir le combustible. Aujourd'hui que le pétrole est appelé à remplacer ou à compléter la houille, on sentira combien il devient important de savoir où on le devra chercher, de façon à ne pas s'exposer à entreprendre des travaux hypothétiques, ou à négliger des trésors invisibles, mais réels.

Dans le même ordre d'idées, mais plus complet, s'il est possible, nous signalons les cartes du frère Ogérien, directeur des Écoles chrétiennes à Lons-le-Saulnier, qui nous a donné toute une série d'au moins trente cartes du département du Jura, à tous les points de vue de géographie physique et administrative. Rien ne paraît avoir été omis dans ce chef-d'œuvre de patience et de classification. L'hydrographie, la géologie, l'agriculture, l'archéologie, la météorologie et la salubrité, ainsi que plusieurs autres caractères de ces localités, tous ont leur carte spéciale. Si un pareil exemple était suivi dans chaque département, toutes les classes de la société auraient immédiatement sous les yeux le tableau synoptique des éléments professionnels ou scientifiques nécessaires à chaque industrie, et par la connaissance exacte des régions à explorer ou à négliger, on éviterait bien des mécomptes et des déceptions.

En présence de ce travail, ainsi que de beaucoup d'autres, nous déplorons que la place assignée soit en telle disproportion avec le travail exposé. Ces cartes, en particulier, qui devraient s'étaler le long des murs, sont empilées dans un coin obscur où personne, sauf les chercheurs, ne songe à passer. Quelle que soit la valeur d'un travail, elle est singulièrement dépréciée par une telle situation.

Comme le ministère de la marine, le ministère de la guerre a exposé un choix de cartes et de plans au sujet desquels nous exprimerons le même regret, que ces trésors géographiques et topographiques ne soient pas plus connus. Ainsi, quoi de plus intéressant, non pas pour les hommes spéciaux, mais même pour l'homme du monde, qui suit par les journaux le mouvement politique et stratégique, que les cartes de bataille, celles de Magenta ou de la campagne de Syrie, par exemple, qui lui font embrasser d'un coup d'œil les positions des di-

vers corps d'armée? Pour le géomètre, quoi de plus intéressant aussi que la triangulation du détroit anglo-français, opérée par une commission prise dans les deux pays, ou que le canevas trigonométrique des côtes d'Algérie et d'Espagne? Et naturellement, ce ne sont là que des échantillons de ce qu'a exécuté la maison Calmelot et Berson pour le bureau de la guerre, qui possède les relevés trigonométriques les plus précieux sous tous les rapports.

Dans cette même section, M. Lestoquoy expose une série d'épreuves galvanoplastiques qui nous ont paru d'une belle exécution et d'une abondance de détails qui cependant n'exclut pas la netteté, ce qui, sur une échelle aussi réduite que doivent nécessairement comporter ces sortes de cartes, est un résultat non moins rare que précieux. Nous en dirons autant de quelques cartes lithographiques, entre autres d'un plan de Boulogne-sur-Mer, exposées par MM. Regnier et Dourdet.

M. Challeton du Brughat nous a donné une carte du Danemark, avec une légère innovation dont nous, membre de la Société météorologique, nous nous garderons de nous plaindre : c'est qu'indépendamment des lignes qui figurent ordinairement sur les cartes, il a indiqué les lignes isothermiques, celle de 9 degrés centigrades et celle de 7 degrés 75. L'intérêt que présentent les cartes où sont indiquées ces courbes provient de la comparaison de leur divergence avec les parallèles de latitude, divergence sensible surtout dans l'hémisphère boréal, et qui augmente à mesure que la latitude s'élève.

Nous ne ferons qu'indiquer en passant, comme étant moins de notre compétence, les diagrammes de MM. Charles Delagrave pour l'intelligence du système métrique, et nous arrivons aux cartes et aux planisphères de MM. Andriveau-Goujon, dont les plans urbains sont bien connus du public. D'autres cartes moins connues, à cause de leur spécialité, sont celles des courants atmosphériques et des courants maritimes, d'après Maury, dont la délimitation précise a rendu de si précieux services à la navigation transatlantique et circumterrestre, en indiquant les routes anémométriques et océaniques avec autant de clarté que les routes d'un empire.

Une excellente carte d'ensemble, pour salle d'école, est celle de la France divisée par bassins, d'après M. Cortambert, et exécutée par le même artiste. Elle peut, sans désavantage, aller de pair avec les meilleures cartes scolaires de la section anglaise.

Nous avons aussi remarqué un plan-relief du département du Jura (on semble avoir le goût de la géographie dans ce département-là), par M. Cloz, et, à côté, un autre plan-relief de la France, par un savant déjà distingué, M. Sanis. Au premier, nous ferons une critique; c'est d'être monochrome : l'œil et l'intelligence auraient beaucoup gagné à ce que les cours d'eau et les accidents de terrain eussent été indiqués en couleur, comme sur le plan du canal Saint-Louis, par exemple, dans la galerie des machines. Pour le second plan, celui de M. Sanis, nous n'aurons que des éloges, surtout pour sa reproduction photographique. Mais encore une fois, laissant de côté la question d'exécution artistique, nous donnerons des éloges sans restriction à ces patients et modestes travailleurs qui ont consacré leurs loisirs à relever la topographie et les phénomènes physiques des régions qu'ils habitent. L'exécution n'est qu'une question d'argent; le principal est qu'il se soit trouvé des savants laborieux pour esquisser le travail; et, certes, nos critiques de détail n'enlèvent rien ni au mérite intrinsèque de cette tâche, ni à la considération que nous portons et que nous espérons, par nos appréciations, faire porter aux auteurs.

Mais pour l'enseigement, un homme nous paraît avoir obtenu un résultat remarquable; c'est M. Laurécisque, qui a réduit la géographie au jeu de patience.

A l'aide de cartes de France d'un modèle uniforme, quant à l'esquisse générale, on peut à volonté connaître l'orographie, l'hydrologie, la géologie, l'administration civile, militaire, ecclésiastique d'un département ou d'une région. En rapportant sur un squelette, en quelque sorte, les pièces détachées d'une des cartes respectives, on obtient instantanément la solution cherchée. Nous n'hésitons pas à proclamer cette invention comme une de celles qui rendront l'étude de la géographie la plus attrayante des occupations, surtout pour les enfants, car ce ne sera plus une étude plus ou moins rebutante, mais une véritable récréation.

M. Jager a exposé des planisphères mobiles terrestres et célestes destinés aussi à l'enseignement, mais nous croyons que M. Bertaux surtout s'est distingué dans cette partie. Son planisphère à manivelle et sa sphère en cristal renfermant le système planétaire, et les principales étoiles peintes sur la concavité, sont des appareils parfaitement calculés pour faire saisir, d'une manière sensible, tout l'ensemble du système du monde, et pour donner aux intelligences les plus rebelles de correctes notions sur la cosmographie.

Une autre série de cartes fort utiles est celle qui comprend les réseaux télégraphiques, la communication postale, les lignes de fer et les bateaux à vapeur. M. Sagansan, géographe de l'administration des postes, et qui s'est depuis longtemps fait une spécialité distinguée dans ces travaux, a, cette année, comme toujours, brillé par la belle exécution, et, ce qui est indispensable dans des ouvrages de cette nature, par la précision des renseignements, sans cependant rien omettre de ce qui est nécessaire. Et, certes, ce mérite n'est pas des moindres: car au milieu de ces lignes terrestres ou maritimes qui s'enchevêtrent et s'entrecroisent les unes dans les autres, il était difficile de tout indiquer sans tomber dans la confusion et dans le chaos; c'est un écueil que le savant géographe a su éviter avec un rare bonheur.

M. Lanée aussi expose une carte des lignes des bateaux à vapeur, qui est déjà connue, mais malheureusement peu répandue, à cause de son prix élevé. Nous ne nous faisons pas illusion sur le travail qu'exigent ces sortes de cartes; nous, plus que personne, sommes convaincu que le savoir mérite un salaire, trop souvent, hélas! disproportionné aux difficultés vaincues et aux résultats obtenus; mais n'y aurait-il pas moyen, une fois la planche exécutée, de tirer un chiffre d'exemplaires suffisamment nombreux pour permettre un débit à bon marché? Dans ces sortes d'affaires, les plus privés ne sont pas les gens du monde; ce sont les gens studieux, les travailleurs, pour lesquels de tels documents seraient si précieux, et qui sont obligés de s'en passer, faute de pouvoir arriver à se les procurer.

Une idée dont nous félicitons M. Lanée, c'est d'avoir, lui aussi, adopté la teinte rose pour les plans des villes: outre l'agrément artistique, le public trouve encore une facile orientation par le contact des lignes blanches qui indiquent les artères et les rues avec la nuance rose qui indique les monuments et les constructions.

Laissant à notre collaborateur spécial le soin de juger le mérite de l'exécution, nous ne voulons cependant pas passer sous silence les efforts méritoires, à nos yeux, de M. Bisson, déjà si connu pour ses épreuves alpestres, et de M. Chevallier, dans le but d'appeler la photographie au secours de la topographie. Comme résultat pratique, nous signalons surtout le plan de la tour du Montlhéry et le plan du château de Pierrefonds; ce dernier, à nous profane, ne nous a paru qu'un lavis incomplet; mais, néanmoins, nous ne pouvons que l'approuver, en tant qu'application d'un procédé aussi correct que l'est l'image photographique. A ce point de vue, les reproductions que nous venons de citer,

auxquelles il faut ajouter celles déjà mentionnées de M. Sanis, méritent un examen tout particulier.

Voilà, croyons-nous, sauf erreur, tout ce qui mérite d'être signalé dans la galerie de l'éducation.

Maintenant, si le lecteur veut nous suivre dans la galerie des machines, il trouvera encore des cartes qui lui présenteront un grand intérêt pratique aussi bien que théorique. Ainsi, plusieurs ingénieurs ou propriétaires ont exposé des cartes indiquant la mise en culture de certaines régions considérées comme stériles; M. Duvergier surtout, et M. le comte de Kergorlay, ont dressé la carte des opérations agricoles exécutées dans le domaine impérial des Landes et dans un marécage de la Manche. Ces travaux consistent en barrages, canaux d'assèchement et rigoles de dérivation, dont l'application rationnelle à su transformer complétement ces localités improductives.

Un peu plus loin, le service de la ville de Paris est représenté par deux cartes bien minutieusement exécutées, comprenant les conduits souterrains d'eau et le réseau des égouts. Outre l'intérêt technique, nous croyons que ces cartes peuvent être utilement consultées par la spéculation immobilière, en ce que les acquéreurs de terrains et les constructeurs pourront y trouver de meilleures indications pour le choix des emplacements relativement aux distances et à la situation de ces artères.

Un plan-relief, curieux et pittoresque en même temps, est celui du canal de Port-Saint-Louis, qui, par sa communication avec le canal des Deux-Mers, peut, suivant l'expression de l'exposant du plan, être considéré comme rattachant directement Bordeaux avec Suez.

Outre les cartes du réseau télégraphique exposées dans la section du ministère de la guerre, nous avons encore deux cartes exposées par le ministère de l'intérieur, l'une indiquant le réseau français, et l'autre le réseau européen. Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'utilité de ces documents. En face de ces cartes, est un plan-relief qu'on dirait recouvert d'une toile d'araignée; c'est la démonstration graphique matérielle des cartes précédentes.

M. Delesse, un de nos géologues les plus distingués, expose des cartes hydrologiques du département de la Seine, qui méritent l'attention des personnes qui s'intéressent à ces questions. Mais une carte qui nous paraît d'un intérêt capital, surtout au point de vue pratique, c'est la carte que nous appellerons la carte *frumentaire*. Cette carte, teintée à quatre nuances, indique les quantités nécessaires de froment pour ensemencer un hectare de terre, dans les diverses régions de l'Empire. Le savant géologue a pris pour minimum l'hectolitre par hectare, et 4 pour maximum. Les régions où il est nécessaire d'employer le maximum sont surtout la Savoie et le Béarn, ce qui se comprend, eu égard à la nature du terrain et aux conditions climatériques; le voisinage de Paris se trouve aussi compris dans cette catégorie. La région du minimum est comprise dans le bassin du centre et de l'ouest; le reste de la France n'exige que les quantités intermédiaires. On comprend combien une carte de ce genre peut être utile par ses indications, et combien, par ce moyen, l'agriculteur opérant sur une grande échelle peut éviter de mécomptes. Nous n'exprimerons qu'un regret; c'est que cette carte, et malheureusement toutes celles si intéressantes exposées par M. Delesse, n'ait pas eu une meilleure place qui permît de les mieux étudier.

Nous en aurons fini avec les cartes françaisesev eposées dans cette galerie, quand nous aurons cité les cartes houillères de la Loire et du Pas-de-Calais, celles de la Creuse et de l'exploitation de la Grand-Combe, accompagnée du plan relief de la mine et du bassin minéralogique de l'Ariége. Tous ces docu-

ments sont du plus haut intérêt, et la science, tant pour la théorie que pour l'application, en retirera de grands avantages.

Enfin, dans la galerie agricole et forestière, il y a aussi plusieurs cartes spéciales intéressantes : la grande carte forestière et géologique, encore inachevée, exposée par le ministère des travaux publics, et qui ne pourra être complétée qu'après celle de l'état-major ; la carte si précieuse des engrais minéraux, surtout des phosphates et des tangues, par M. de Molon, et enfin le plan relief de l'exploitation forestière dans l'est de la France, construit par M. de Foltz, ingénieur à Colmar.

Toutes ces cartes et tous ces plans révèlent une face toute nouvelle et peu connue de la géographie, que nous appellerions la géographie industrielle, et dont la connaissance est indispensable pour quiconque, particulier ou administration, veut opérer de la manière la plus économique et la plus avantageuse, en évitant les tentatives inutiles ou simplement dispendieuses. A ce titre, nous le répétons, les cartes exposées dans la galerie des machines et dans la galerie forestière méritent une visite, et de la part des hommes spéciaux un examen approfondi.

En résumé, la France, ce nous semble, a victorieusement répondu au reproche qui lui a été fait. Mais il nous reste maintenant à faire des vœux pour que ces cartes si utiles ne demeurent pas enterrées dans les cartons des administrations, ou empilées sur les rayons des éditeurs, mais qu'elles soient vulgarisées davantage, de façon à faire connaître à chacun les ressources de toute nature que comporte la région qu'il habite.

Dans un dernier article, nous passerons en revue les cartes exposées dans les autres sections.

ENDYMION PIERAGGI.

(*La fin à un prochain fascicule*).

LES

APPAREILS MÉTÉOROLOGIQUES ENREGISTREURS

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE.

Par **M. A. F. POURIAU**,
Docteur-ès-sciences, Sous-Directeur et Professeur à l'École impériale d'agriculture de Grignon.

(Planche XVII.)

I

Les principaux appareils météorologiques enregistreurs qui figurent à l'Exposition universelle de 1867 sont les suivants :

I. — France.

Un appareil ayant pour objet d'enregistrer à tout instant du jour et de la nuit :

La vitesse et la direction du vent;
Les quantités d'eau tombée;
Les variations de la pression barométrique.

Cet appareil, installé dans le pavillon spécial appartenant à l'École impériale d'agriculture de Grignon, sort des ateliers de M. J. Salleron, constructeur d'instruments de précision.

II. — États pontificaux.

Une machine météorographique destinée à enregistrer les principaux phénomènes météorologiques relatifs à la pression atmosphérique, la vitesse et la direction du vent, la pluie, l'humidité et enfin la température; cette dernière observation étant faite, tant avec le thermomètre à mercure que par l'évaluation de la dilatation ou de la contraction d'un fil métallique.

III. — Suisse.

Un instrument donnant les mêmes indications que la machine précédente et construit dans l'Atelier fédéral des télégraphes à Berne (Suisse).

IV. — Enfin l'Angleterre, l'Italie, l'Autriche, la Suède ont aussi exposé divers instruments enregistreurs de ce genre; mais de moindre importance.

Nous nous proposons dans ces études de décrire successivement les appareils dont nous venons de donner la nomenclature, et si nous commençons aujourd'hui par celui construit pour l'École de Grignon, c'est que nous avons entre les mains toutes les figures nécessaires pour rendre notre description facile et intelligible à tous.

---

§ I. — Appareil météorologique enregistreur de M. J. Salleron.

L'appareil météorologique enregistreur construit par M. J. Salleron pour l'École de Grignon a pour objet, comme nous l'avons dit déjà, de résoudre le quadruple problème suivant :

Faire connaître, à tout instant du jour et de la nuit, la vitesse du vent, sa direction, les quantités d'eau tombées et les variations de la pression barométrique [1].

Les instruments dont il se compose sont :

1° Un anémométrographe ;

2° Un baromètre ;

3° Un udomètre ;

4° Un appareil enregistreur qui imprime sur une feuille de papier les indications des 3 premiers appareils.

Nous allons décrire successivement chacun de ces instruments.

Anémomètrographe.

L'anémométrographe a pour objet d'enregistrer d'une manière continue la *vitesse* et la *direction* du vent; il se compose de 2 parties principales, savoir :

1° L'anémomètre proprement dit, qui reçoit l'action directe du vent ;

2° L'enregistreur, qui inscrit dans le cabinet la direction et la vitesse du vent.

Anémomètre (fig. 1).

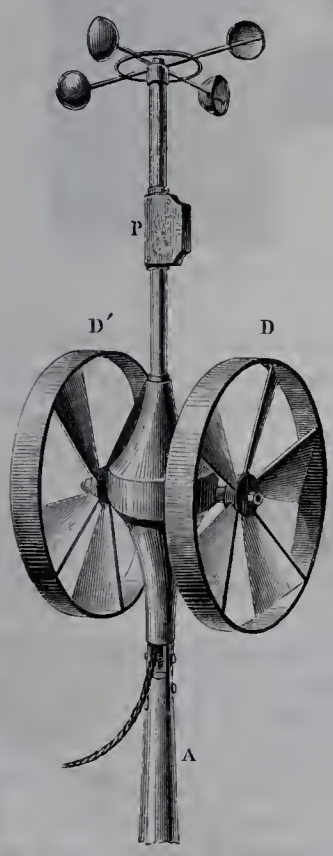


Fig. 1.

L'anémomètre adopté par M. Salleron est celui imaginé par M. le docteur Robinson, de l'observatoire d'Armagh (Islande); il offre l'avantage de se prêter parfaitement à la détermination du chemin parcouru par le vent dans un temps donné.

Il se compose d'un axe vertical dont la partie inférieure A est creuse et conique, ce qui permet de fixer l'appareil à l'extrémité d'un mât plus ou moins élevé. L'autre extrémité supporte quatre rayons horizontaux, égaux, rectangulaires entre eux et déterminés par quatre demi-sphères creuses en métal et soudées de manière que :

1° Le grand cercle qui termine chacune d'elles soit toujours dans un plan vertical ;

2° Que la partie concave de l'une quelconque regarde la partie convexe de la suivante.

Quand ce moulinet se trouve exposé à un courant d'air, le vent rencontre toujours les faces concaves de deux des demi-sphères et les faces convexes des deux autres; mais, l'action exercée sur les premières étant plus grande, le moulinet prend un mouvement de rotation autour de son axe.

M. Robinson a démontré que le nombre des tours de ce moulinet est toujours

1. Des difficultés d'installation et la question de dépense ont empêché d'ajouter une quatrième indication importante : celle de la température.

proportionnel à la vitesse du vent, quelle que soit cette vitesse; ou, en d'autres termes, que le chemin parcouru par le centre des sphères est toujours une fraction très-sensiblement constante du chemin parcouru par le vent. En appliquant cette loi aux anémomètres dont les sphères ont un diamètre suffisant et ont fixées à l'extrémité de rayons assez longs pour que les frottements de l'axe soient une très-petite fraction de la force avec laquelle le vent agit sur les sphères, M. Robinson a trouvé que le nombre 3 représente avec assez d'exactitude le rapport qui existe entre le chemin parcouru par le vent et celui parcouru par les ailes. Ainsi, en multipliant par 3 la longueur de la circonférence de cercle parcourue par le centre des hémisphères, on trouve le chemin parcouru par le vent pour chaque tour du moulinet. Dans l'instrument que nous décrivons, cette circonférence est de $1^{m}.66$ qui, multiplié par 3, donne 5 mètres pour chaque tour des ailes.

Mesure de la vitesse.

Un peu au-dessous du moulinet se trouve un compteur P dont le détail est indiqué (fig. 2).

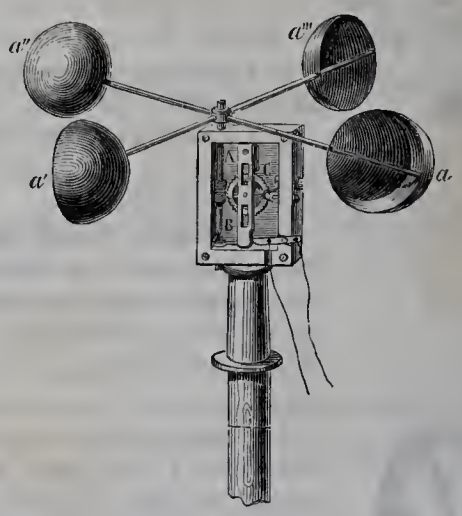


Fig. 2.

L'axe AB du moulinet porte une vis tangente qui engrène avec une roue dentée C portant 200 dents; chaque fois que le moulinet fait un tour entier, la roue avance d'une dent, d'où il suit qu'un tour entier de la roue correspond à 200 tours du moulinet.

De plus, à la surface de la roue dentée C se trouve une petite goupille de platine, rivée en saillie, et qui vient, à chaque révolution complète de cette roue rencontrer un ressort fixé à la boîte du compteur et duquel part un fil métallique qui se rend à l'un des électro-aimants de l'enregistreur.

Un second fil métallique établissant une communication constante entre la pile et cette même roue dentée, on comprend que le contact momentané de la goupille et du ressort ait pour conséquence, en fermant le circuit, de livrer passage au courant électrique et de permettre à l'enregistreur de fonctionner par l'intermédiaire d'un mécanisme que nous décrirons un peu plus loin.

Indication de la direction du vent.

L'anémométrographe est destiné, avons-nous dit plus haut, à indiquer à chaque instant, non-seulement la vitesse du vent, mais encore *sa direction*. Pour

atteindre ce second résultat, M. Salleron a mis à profit une autre disposition déjà employée par M. Piazzi Smith, directeur de l'Observatoire d'Édimbourg, mais en la perfectionnant d'une manière très-ingénieuse :

Au-dessous du compteur P de la vitesse et sur un arbre horizontal (fig. 3) sont fixées deux grandes roues à ailes A et A dont les rayons sont formés de petites palettes inclinées, maintenues dans un plan vertical, disposition qui permet à ces roues de prendre un mouvement de rotation sous l'action du plus faible courant d'air.

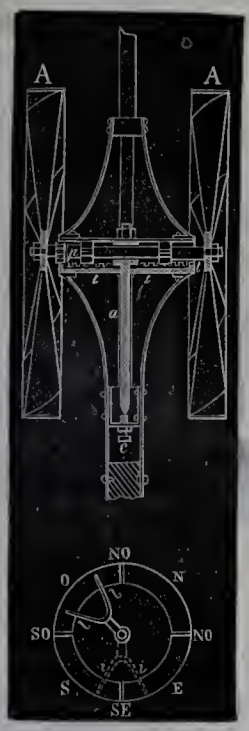


Fig. 3.

L'arbre horizontal de ces roues porte, en outre, un pignon *p* engrenant avec la couronne dentée *tt*, laquelle est complétement fixe.

Il résulte de cette disposition que, lorsque les roues se mettent à tourner, le pignon *p* tourne aussi, mais, en vertu de la réaction qu'il reçoit des dents de la couronne *tt*, il se déplace, et les roues prennent alors un mouvement de translation autour de l'axe vertical *a* jusqu'à ce que le plan de leurs ailes soit devenu parallèle à la direction du vent.

A l'axe *a*, qui tourne également dans la crapaudine *c*, sont fixés deux ressorts *ll* disposés en forme de fourchette (plan, fig. 3) et qui, entraînés dans le mouvement de rotation de l'axe *a*, frottent successivement sur les quatre secteurs isolés d'une plaque circulaire et métallique.

A chacun de ces secteurs N, S, E, O, complétement isolés les uns des autres, vient aboutir un fil conducteur qui communique avec l'enregistreur et la pile, tandis que l'autre pôle de la pile est en communication constante avec le disque circulaire par l'intermédiaire de l'axe *a*.

En examinant le plan de la figure 3, on remarquera que les deux ressorts *l l* peuvent être en contact avec un même secteur O par exemple, ou avec deux secteurs différents S et E. Dans le premier cas, l'électro-aimant de l'enregistreur (voir plus loin), qui correspond au secteur O, fonctionnera seul et marquera le rhumb de vent *Ouest*; dans le second cas, deux électro-aimants seront mis en marche simultanément, et indiqueront en même temps, l'un le rhumb *Sud*, l'autre le rhumb *Est*, ce qui correspondra à la direction intermédiaire SE. Ainsi donc, les 8 rhumbs principaux N., S., O., E. et NO., NE., SO., SE., seront enregistrés au moyen des inscriptions fournies par un seul ou par deux électro-aimants marchant simultanément.

Enregistreur.

L'enregistreur est dans notre appareil un instrument commun à l'anémomètre, à l'udomètre et au baromètre; mais sa description trouve une place toute naturelle ici.

Les pièces principales de l'enregistreur sont une horloge, un cylindre et une série d'électro-aimants.

L'arbre de l'horloge sur lequel s'enroule la corde du poids moteur est relié

au moyen d'un manchon avec ce cylindre qui accomplit une révolution complète en 24 heures.

Une vis de pression permet de rendre le cylindre indépendant de l'horloge quand cela est nécessaire. Chaque jour, à la même heure, on fixe sur ce cylindre une feuille de papier recouverte d'une couche de blanc de zinc, de telle sorte que toute pointe de cuivre mise en contact avec ce papier y laisse une trace noire parfaitement visible.

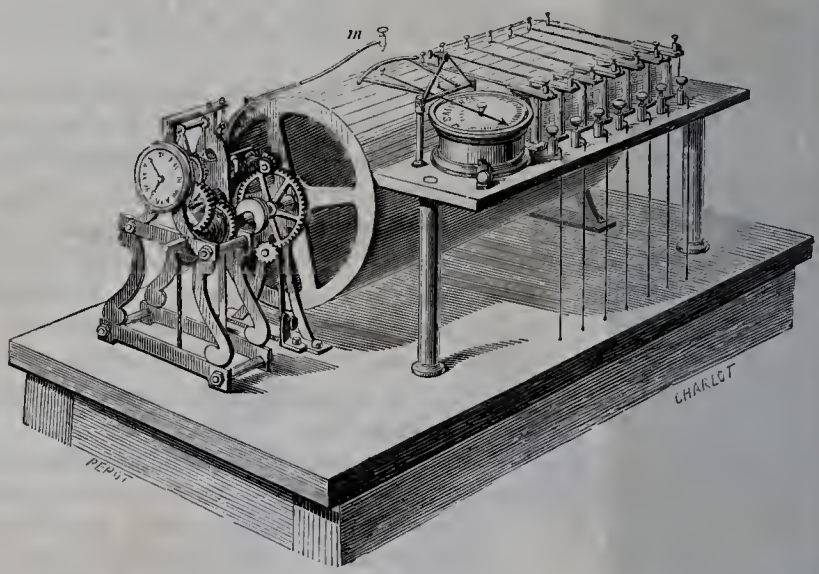


Fig. 4.

Au devant du cylindre se trouve une tablette supportant 6 électro-aimants, qui sont mis en communication, d'une part avec la pile et, d'autre part, avec les diverses parties de l'appareil; 5 sont solidaires de l'anémométrographe, le sixième correspond à l'udomètre.

La figure 5 représente l'un de ces électro-aimants dessiné à une plus grande échelle.

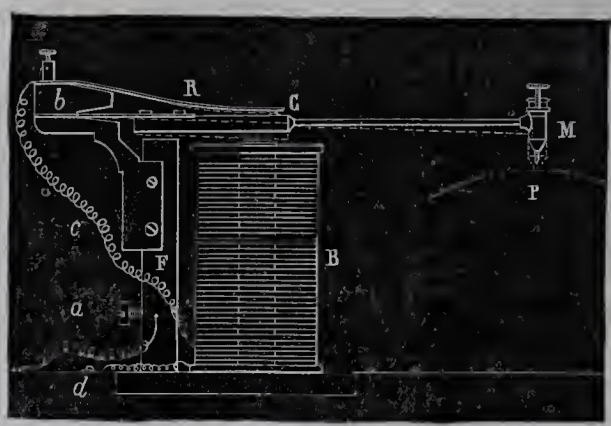


Fig. 5.

Au-dessus de ces électro-aimants B se trouvent placés des contacts de fer doux C, munis, à une extrémité, de tiges fines terminées elles-mêmes par de petits marteaux pointus M en cuivre. A l'autre extrémité de chaque contact

est fixée une lame d'acier destinée à jouer le rôle de ressort par rapport à la pièce C et son petit marteau.

Le courant amené dans la pièce métallique F, s'élève en suivant ce corps bon conducteur, puis, rencontrant supérieurement un petit isoloir *b* en caoutchouc durci, il dévie à droite, passe sur le contact C, le ressort R entre dans le solénoïde *c* qui le conduit à la bobine de l'électro-aimant, en parcourt le fil dans toute son étendue, et enfin sort par l'autre extrémité pour retourner à la pile.

Quand le circuit correspondant à l'un de ces électro-aimants B vient à être fermé, la pièce de fer doux C est attirée instantanément par l'électro-aimant, le petit marteau de cuivre frappe le cylindre et trace un point noir sur la feuille de papier enroulée à sa surface.

Mais au moment où la pièce de fer doux C vient à s'appliquer sur l'électro-aimant, elle cesse d'être en contact avec le ressort R placé au-dessus, le courant électrique se trouve alors instantanément interrompu, le fer doux C se relève sous l'influence du ressort qui lui est fixé, le courant se referme, le contact retombe par une nouvelle attraction, et ainsi de suite, tant que, à l'autre extrémité du circuit, le courant se trouve fermé par suite du fonctionnement de l'anémomètre ou du pluviomètre.

La position de ces traces, par rapport aux lignes tracées sur la feuille de papier, fait connaître l'instant où elles ont été produites; nous allons revenir sur ce sujet.

Remarque. — Pour ménager tous les organes de l'appareil et pour économiser le travail de la pile, l'enregistrement de la direction ne s'effectue pas d'une manière continue, mais seulement de 10 minutes en 10 minutes. On obtient cette intermittence au moyen d'un système d'engrenages faisant mouvoir une roue fendue en étoile (fig. 4), avec une vitesse telle que chacune de ses dents vient toutes les 10 minutes se trouver en contact avec un ressort qui ferme le courant et fait fonctionner les électro-aimants.

Feuille d'enregistrement.

Les feuilles destinées à l'enregistrement dans l'appareil de M. Salleron sont, comme nous l'avons dit déjà, recouvertes, avant l'impression lithographique, d'une couche de blanc de zinc. Cette préparation s'effectue, comme dans la fabrication des papiers peints, en étendant, à la brosse, une couche de peinture à la colle dont l'oxyde de zinc forme la base. Ces feuilles présentent en outre les dispositions représentées dans la planche.

Elles portent, dans le sens de la largeur, des lignes horizontales qui correspondent aux 24 heures du jour, et l'espace compris entre deux lignes consécutives est lui-même divisé en 4 parties, de telle sorte que chaque petite bande représente un temps dont la durée est égale à 15 minutes.

Des lignes perpendiculaires aux premières établissent sur cette même feuille trois grandes divisions destinées à l'enregistrement des phénomènes relatifs au baromètre, au vent et à la pluie.

En examinant la planche XVII qui représente les indications enregistrées par l'instrument de 10 heures du matin à 1 heure du matin, il sera facile d'en déduire les phénomènes météorologiques qui ont pu se produire durant cette période. Nous commencerons par l'examen des indications relatives à la direction et à la vitesse du vent.

Direction et vitesse du vent déduites des indications enregistrées sur la feuille d'observation.

De l'examen des points tracés sur la planche XVII, on conclut immédiatement aux relations suivantes :

Heures.			Direction du vent.
De 10h	à	midi	O.
midi	à	2h	NO.
2h	à	4h.20′	O.
4h.20′	à	8h	SO.
8h	à	10h	S.
10h	à	minuit	O.
minuit	à	1h, etc.	S., etc.

Nous avons dit précédemment que chaque révolution complète des ailes correspond à un chemin parcouru de 5 mètres; si donc la roue dentée C (fig. 2) a 200 dents, un tour entier de cette roue représente 200 fois 5 mètres, ou 1 kilomètre; donc, chaque point tracé par l'enregistreur dans la colonne de la vitesse correspond à 1 kilomètre.

Il est donc facile de déduire des indications tracées sur la feuille d'enregistrement la vitesse moyenne du vent pour chaque heure ou chaque minute de la journée; le tableau suivant fournit un exemple de cette traduction.

Heures.			Chemin total parcouru.	Vitesse par minute.
10h	à	11h	3 kilom.	50 mètres.
11h	à	midi	4 »	66,6 »
midi	à	1h	2 »	33,3 »
1h	à	2h	5 »	83,3 »
2h	à	3h	5 »	83,3 »
3h	à	4h	10 »	166,6 »
4h	à	5h	5 »	83,3 »
5h	à	6h	7 »	116,6 »
6h	à	7h	8 »	133,2 »
7h	à	8h	6 »	100,0 »
8h	à	9h	4 »	66,6 »
9h	à	10h	4 »	66,6 »
10h	à	11h	5 »	83,3 »
11h	à	minuit	5 »	83,3 »
minuit	à	1h, etc.	8 » etc.	133,2 » etc.

Du baromètre.

Le baromètre adopté dans l'appareil enregistreur est un baromètre métallique dit *anéroïde* ou *holostérique* (fig. 6 et 7).

Il se compose d'une boîte circulaire B en métal écroui, à parois très-minces et dont les faces sont cannelées, afin de présenter une plus grande flexibilité. Cette boîte, dans laquelle on a fait le vide préalablement, est fixée sur une plaque métallique qui sert de base à l'appareil, mais, afin d'éviter que la face libre soit complétement aplatie, on a fixé au centre de cette face une petite masse de cuivre *m* (fig. 7), rivée à un ressort en acier R fixé lui-même sur une forte traverse portée par deux tourillons. Ce ressort maintient l'écartement des parois de la boîte, tout en obéissant dans une certaine mesure aux pressions

exercées sur celle-ci ; il s'abaisse donc lorsque la pression augmente, et se relève quand elle diminue,

Fig. 6.

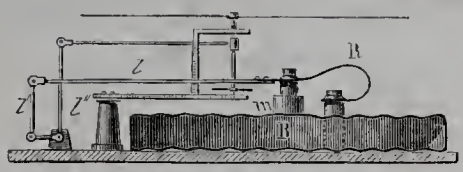


Fig. 7.

Un système de leviers coudés $l\,l'$ multiplie ces mouvements et les transmet à l'aiguille qui se meut sur le cadran du baromètre.

Dans notre appareil, le baromètre métallique dont nous venons d'indiquer le principe se trouve fixé sur la tablette de l'enregistreur (fig. 4), mais, pour que l'enregistrement des variations de la pression atmosphérique puisse s'effectuer, on a ajouté au baromètre les pièces suivantes :

La partie de l'aiguille indicatrice opposée à celle qui se meut sur le cadran est prolongée hors de la boîte par une tige très-fine à l'extrémité de laquelle est fixée une pointe de cuivre semblable à celles dont sont munies les plaques de contact des électro-aimants. Au-dessus de ce petit style qui termine l'aiguille se trouve suspendu un arc de cercle dont le rayon a une longueur égale à celle de l'aiguille; il est mobile entre deux pivots et soutenu par un ressort à boudin très-flexible. D'autre part, par un système convenable d'engrenages, l'horloge fait tourner une roue à rochet dont les dents soulèvent tour à tour une came, et ce mouvement est transmis, au moyen de leviers, à un petit marteau *m* qui vient toutes les 10 minutes frapper un coup sur l'arc de cercle. Celui-ci tombe alors sur la tête du style et lui fait marquer un point sur la feuille de papier. Il résulte des détails qui précèdent que, dans le cas du baromètre, les variations de la pression sont enregistrées sans le secours de l'électricité.

Pressions barométriques déduites des indications enregistrées sur la feuille d'observation. (Planche XVII.)

La première colonne à gauche de la feuille de papier porte une ligne médiane 0 0, à droite et à gauche de laquelle se trouvent tracées une série d'autres lignes verticales allant de 0 à 10.

Si l'on suppose que cette feuille de papier ait été enroulée et fixée sur le cylindre à une heure déterminée, 10 heures, par exemple, pour pouvoir conclure des indications enregistrées en 24 heures sur le papier les variations barométriques correspondantes, voici comment on doit procéder.

Au moment où le cylindre commence à tourner, on observe la hauteur barométrique indiquée par un baromètre étalon à mercure; on fait tourner la boîte du baromètre métallique sur elle-même jusqu'à ce que le style qui termine l'aiguille vienne coïncider avec la ligne 0 0, et on note au crayon la hauteur lue sur le baromètre étalon : c'est elle qui correspond au premier point tracé sur la feuille de papier par le style de cuivre. A partir de ce moment, si la pression augmente, l'aiguille et son crayon marcheront à droite de ce point; si

elle diminue, l'aiguille se mouvra à gauche pendant que le cylindre tournera d'un mouvement uniforme.

Si donc on se reporte à la planche et que l'on examine la série des points tracés dans la colonne relative au baromètre, on pourra tirer immédiatement de l'allure de la courbe les conclusions suivantes :

A 10h, hauteur barométrique primitive.		750m/m.
De 10h à midi, baisse du baromètre.		1m/m.5
De midi à 2h, hausse	»	2m/m
De 2h à 7h, baisse	»	5m/m.25
De 7h à 11h, hausse	»	2m/m.
A 2h, hauteur *maxima*	»	750m/m.8
A 6h 1/4, hauteur *minima*	»	745,5m/m.

On voit également que le maximum a correspondu au vent NO., le minimum au vent SO.

Udomètre.

L'udomètre, ou pluviomètre destiné à recevoir la pluie se compose, comme à l'ordinaire, d'un entonnoir E (fig. 8) dont l'orifice supérieur représente une surface de 4 décimètres carrés; cet entonnoir est fixé à une certaine hauteur au-dessus du sol ou à la partie supérieure d'un bâtiment quelconque.

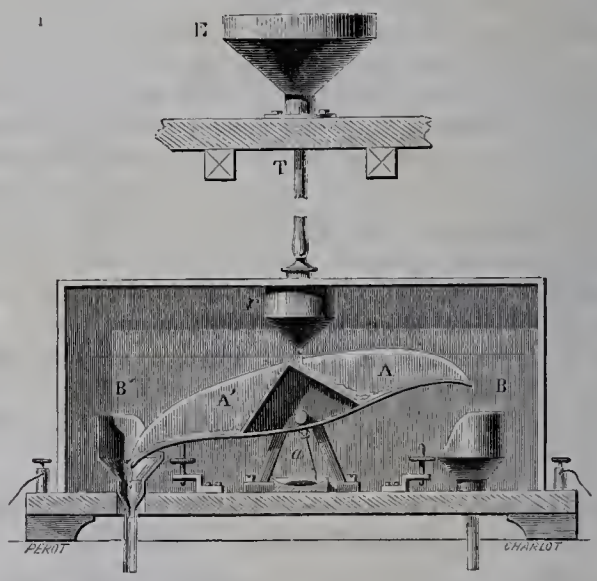


Fig. 8.

Un tube T, interrompu dans la figure, prolonge cet entonnoir et conduit l'eau tombée directement, ou par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc, dans un appareil spécial placé à couvert dans le voisinage de l'enregistreur.

Cet appareil se compose des parties suivantes : AA′ sont deux petits réservoirs séparés par une cloison et qui forment une seule pièce suspendue sur un axe horizontal placé de telle sorte qu'il n'y a d'équilibre stable que lorsqu'un des réservoirs étant relevé, l'autre se trouve abaissé et appuyé sur l'un des entonnoirs BB′.

Le récipient le plus élevé reçoit par conséquent l'eau amenée par le tube, et, à mesure que la charge augmente, elle tend à faire tourner le système autour de l'axe de suspension. Quand cette charge est suffisante, la rotation a lieu, et l'eau s'échappe par l'entonnoir B ou B′.

Mais, dans ce mouvement, une aiguille *a* placée sous le récipient décrit un arc de cercle et traverse le mercure que contient une petite auge placée en dessous; à ce moment, le courant se trouve fermé momentanément et l'électro-aimant qui correspond à cet appareil, en déterminant une attraction du contact qui la surmonte, fait frapper 2 ou 3 fois de suite sur le papier la pointe de cuivre qui se trouve à l'autre extrémité et qui marque ainsi un point. Chaque fois qu'une auge se trouve ainsi remplie d'une quantité d'eau suffisante, le même effet se reproduit.

Pour conclure du nombre de points tracés en 24 heures la hauteur d'eau tombée pendant le même temps, il suffit de déterminer directement une première fois le poids d'eau nécessaire pour opérer le mouvement de bascule.

Dans l'appareil que nous décrivons, ce poids est de 40 grammes, ce qui correspond à un volume de 40 centimètres cubes; or, la surface de l'entonnoir du pluviomètre étant de 400 centimètres carrés, la hauteur d'eau qui correspond à un volume de 40 centimètres carrés est égale au rapport de 40 à 400, c'est-à-dire de 0,1, ce qui signifie qu'un poids d'eau de 40 grammes tombé dans le pluviomètre représente 1 millimètre de hauteur d'eau tombée à la surface du lieu où l'udomètre se trouve placé.

Le nombre de points tracés sur la feuille en 24 heures correspond donc à un nombre égal de millimètres de hauteur d'eau tombée pendant le même temps; dans la planche XVII, le nombre des points étant 43, on en conclut que la hauteur d'eau tombée est de 43 millimètres et que cette précipitation aqueuse a eu lieu en deux averses : l'une, de 31 millimètres, de $4^h.20$ à 8 heures; l'autre, de 12 millimètres, de 10 heures du soir à minuit[1].

Remarque. — Si l'eau tombait directement du pluviomètre dans les réservoirs, il en résulterait des causes d'erreur dues : 1° à ce que le choc du liquide ferait basculer l'appareil avant qu'il ait reçu rigoureusement les 40 grammes d'eau; 2° à ce que, au moment du mouvement de bascule, l'eau continuerait à tomber pendant quelques instants encore dans le réservoir qui a reçu son contingent de pluie.

Pour prévenir ces deux causes d'erreur, M. Salleron a imaginé d'interposer entre le tube du pluviomètre et l'appareil à bascule un petit récipient *r* muni inférieurement d'un orifice capillaire par lequel l'eau tombe goutte à goutte dans l'un des réservoirs A ou A'.

Pile.

La pile employée dans cet appareil est formée de 2 piles, composées chacune de 4 éléments de Daniell; une des piles est affectée au service de l'anémomètre pour l'enregistrement de la direction; l'autre sert à enregistrer les indications de l'udomètre et les variations de vitesse du vent. Ce système de pile, préférable à tous les autres toutes les fois que l'on veut obtenir un courant d'une intensité sensiblement constante et uniforme, est enfermé dans une boîte placée sous la table de l'enregistreur. Nous rappellerons en quelques mots les parties qui composent chacun de ces éléments. 1° Un premier vase V en terre non poreuse;

1. Les *Annales du Génie civil* ont publié en 1862 (1re année de la publication, 2e partie, page 157) une note très-intéressante de M. Guillet, directeur de l'école professionnelle du Centre, à Menars, sur un *pluvioscope écrivant*. Cette note est accompagnée d'une figure représentant une feuille réduite du pluvioscope écrivant.

2° Un cylindre de zinc Z ouvert aux deux bouts; 3° Un vase poreux P, placé à l'intérieur du cylindre de zinc.

Les deux liquides employés sont le sulfate de cuivre en dissolution et l'eau pure.

Le vase poreux renferme le premier liquide; le vase non poreux, l'eau ordinaire.

Pour entretenir la dissolution de sulfate de cuivre à saturation, on remplit de cristaux de ce sel un ballon de verre S, au goulot duquel est ajusté un bouchon percé d'un trou, et on renverse ce ballon sur le vase poreux de manière que l'orifice du col trempe dans la dissolution cuivreuse. Les deux pôles correspondent à deux lames de cuivre, l'une soudée au cylindre de zinc, l'autre plongeant dans la dissolution de couperose.

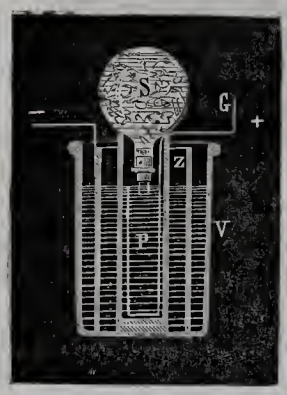


Fig. 9.

Les piles peuvent fonctionner pendant un mois sans qu'il soit nécessaire d'y toucher; au bout de ce temps, on rend à la pile son intensité première :

1° En renouvelant l'eau et la solution cuivrique de chacun des éléments;

2° En remplissant à nouveau le ballon avec des cristaux de sulfate de cuivre.

Changement de la feuille destinée à l'enregistrement.

Entretien de l'appareil.

Tous les jours, à la même heure autant que possible, on remplace la feuille qui enroule le cylindre par une autre destinée à enregistrer les indications météorologiques pendant une nouvelle période de 24 heures.

A cet effet, on commence par rendre l'horloge et le cylindre entièrement indépendants en desserrant la vis qui établit la solidarité entre ces deux organes, on relève ensuite le petit marteau *m* du baromètre. En outre, il convient de desserrer aussi la vis (fig. 4) représentée un peu au-dessus de la table de l'enregistreur, afin d'interrompre toute communication du courant avec les électro-aimants.

Ces précautions une fois prises, on fait glisser en dehors du cylindre les 3 cordons en caoutchouc qui maintiennent la feuille à sa surface, on enlève la feuille et on en enroule une autre en l'introduisant avec précaution sous les marteaux des contacts; quand les deux bords extrêmes de cette feuille sont superposés de manière que la coïncidence des lignes soit parfaite, on fixe la feuille dans sa nouvelle position à l'aide des mêmes bagues en caoutchouc que l'on place au milieu et aux deux extrémités du cylindre.

On resserre les deux vis, on abaisse le petit marteau *m* du baromètre, et l'appareil commence immédiatement à fonctionner.

Avant d'abaisser la cage vitrée sur l'enregistreur, il faut avoir soin d'écrire sur la feuille la date du jour, ainsi que la hauteur barométrique qui doit servir de point de départ aux observations pendant 24 heures.

Entretien de l'appareil.

Surveillance des piles.

Les piles cessent de fonctionner quand les ballons S (fig. 9) ne renferment plus de cristaux de sulfate de cuivre ; il faut alors interrompre la communication entre l'enregistreur et les piles, démonter ces dernières, les laver à grande eau, puis les remonter, comme nous l'avons indiqué précédemment, et enfin rétablir les communications.

Quand les vases poreux sont trop fortement incrustés de cuivre métallique, les cylindres de zinc trop déteriorés, on doit procéder à leur remplacement.

Après le remontage des piles, on s'assure que l'appareil fonctionne bien en déterminant directement le passage des courants dans les diverses parties de l'appareil. A cet effet, on fait toucher la petite roue en étoile à la pièce de contact qui, dans les circonstances habituelles, sert à fermer le courant toutes les 10 minutes seulement, et on engage successivement chacun des fils conducteurs qui partent de la pile dans les bornes des directions N. S. O. E., ainsi que dans celle V destinée à mesurer la vitesse, puis on observe si chacun des marteaux fonctionne convenablement.

Pour le pluviomètre, il suffit d'engager le fil conducteur dans la borne spéciale qui porte la lettre U (udomètre) et de faire basculer la petite auge de façon que la tige *a* (fig. 8), traversant le mercure, vienne fermer le courant. Si la pile est en activité, le marteau de l'électro-aimant spécial à l'udomètre frappe une série de petits coups sur le cylindre, tant que l'aiguille *a* n'est pas sortie du mercure.

Anémomètre, fils conducteurs, etc.

L'anémomètre doit être visité tous les mois au moins, et, chaque fois, on doit avoir soin de nettoyer et de huiler toutes les parties du mécanisme.

On doit vérifier si les différents fils conducteurs sont en bon état, s'il n'existe pas de solution de continuité dans le tube isolant de gutta-percha qui les recouvre et si les extrémités destinées à établir la communication entre la pile et les diverses parties de l'appareil sont suffisamment décapées.

Dans un prochain article, nous examinerons les autres systèmes imaginés pour enregistrer les divers phénomènes météorologiques, et notamment ceux relatifs aux variations de température.

A. Pouriau.

(*La suite prochainement.*)

LES ANIMAUX DOMESTIQUES

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

PAR M. EUG. GAYOT,
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE ET CENTRALE D'AGRICULTURE DE FRANCE.

II. — Les reproducteurs des races bovines laitières. (*Suite et fin.*)

Le directeur de cette publication a désiré attacher aux comptes rendus de cette intéressante partie de l'Exposition des figures typiques d'animaux, qui peuvent être d'un grand secours pour le lecteur. Quatre beaux dessins de races viennent ainsi s'ajouter au texte de l'article consacré à l'étude des races laitières. Ils doivent prendre place ici avec la note explicative qui les accompagne [1].

Et maintenant il est bon de remettre sous les yeux quelques spécimens de races laitières.

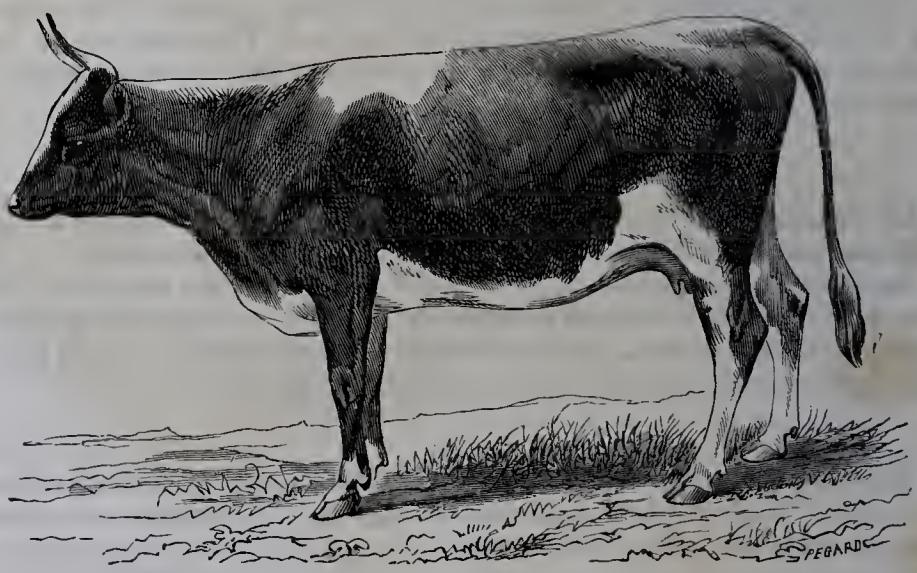


Fig. 1. Race bretonne.

En premier lieu viendra (fig. 1) la petite race bretonne, le bijou de l'espèce ; l'enfant gâté des châteaux, dont elle pare agréablement les vertes perspectives ou les grandes pelouses; la richesse des terres au petit rendement, des

1. Je profiterai de l'occasion pour faire les deux petites rectifications suivantes :

1° Le titre de l'article concernant les races laitières a été mis sous cette rubrique : LES REPRODUCT*ions* DES RACES, etc.; c'est REPRODUCT*eurs* qu'il faut lire;

2° La même faute de typographie a été commise dans l'article précédent : LES RACES SPÉCIALISÉES POUR LA BOUCHERIE, page 241, ligne 43 (3e fascicule), il y a : *leurs progénit*URES AUSSI...., lisez : *leurs progénit*EURS AVANT EUX....

landes hospitalières aux grandes races; forte beurrière au produit excellent et de longue garde.

Je place à la suite (fig. 2) la vache cotentine, laitière sérieuse, beurrière émérite et fromagère en renom, la bête qui utilise le mieux les plantureux her-

Fig. 2. Race Cotentine.

Fig. 3. Race Flamande.

bages des terres les plus fertiles, consommateur de gros appétit, mais producteur actif, donnant beaucoup et donnant bon, susceptible de donner plus spécialement un beurre de première qualité, pour peu que la sélection intervienne et forme groupe à part des plus riches beurrières : luxe et richesse.

A son tour, notre flamande (fig. 3) prend sa place ici. Laitière productive, elle a son prix, mais plus fromagère que beurrière, elle est de celles dont le lait, vendu en nature, constitue une spéculation lucrative : abondance et qualité, tel est son lot, à la condition de la tenir au second rang.

La vache hollandaise enfin, la productrice incomparable sous le rapport de la

Fig. 4. Race Hollandaise.

quantité, mais laitière presque exclusivement fromagère et noyant la matière du fromage dans des flots d'eau séreuse; la vache des nourrisseurs, mais comme nourrice elle-même faisant la pauvreté au sein de l'abondance : lait par trop aqueux, sauf exception : abondance et misère.

III. Les races ovines mérinos.

Le concours qui s'est tenu à Billancourt, pendant la seconde quinzaine de mai, intéressait la grande famille des mérinos, c'est-à-dire les variétés de bêtes ovines spécialement cultivées pour la laine. Il a été proposé sous cette rubrique un peu étrange : « races ovines à laine, » par opposition à cette autre appelation très-significative : « races ovines de boucherie. » Mais personne ne s'y est trompé; les éleveurs ont compris et leurs envois divers ont composé la plus brillante et la plus complète exhibition du genre qui ait encore eu lieu en France. Le mérinos français s'y est montré, à l'honneur de l'élevage, comme la solution heureuse d'un problème de zootechnie pratique d'une très-grande importance, doublé de l'une de ces actualités économiques qui, de loin en loin, jettent passagèrement mais profondément le trouble dans les industries se rattachant à l'agriculture, et dans celles des productions de cette dernière dont le perfectionnement lui a demandé le plus de temps et de sacrifices.

L'établissement général des routes carrossables a été pour l'industrie chevaline une période de crise violente et très-prolongée. Les contrées où prospérait jadis la production des races légères, leur gloire et leur richesse, ont été longuement atteintes dans leurs habitudes invétérées, dans leur satisfaction séculaire, dans leurs intérêts les plus vifs. Elles ont eu le tort de ne point accep-

ter, à son point de départ, le fait économique de l'abandon du cheval de selle, de l'oubli de l'équitation au profit d'un mode de transport plus agréable et plus facile. Elles n'ont pas su voir opportunément qu'on ne résiste pas aux effets de la civilisation, et vainement elles ont voulu résister. Ça été la dualité du cheval arabe et du cheval anglais de pur sang, c'est-à-dire une lutte aveugle et pénible entre les chevaux légers, exclusivement propres à la selle, et les chevaux d'attelage aux fortes proportions, tels que les réclamait le système de viabilité incomplet et défectueux des commencements de l'ère nouvelle.

Plus tard, des exigences de travail, de santé, d'hygiène publique ont assez brusquement modifié le régime, les besoins alimentaires de la nation. La viande devint alors pour la classe ouvrière un aliment de première nécessité. Pour répondre à des demandes tout à coup décuplées, géométriquement croissantes d'année en année, l'agriculteur n'avait que des races de bétail au dévelopement tardif, plus ossues que charnues, lentes ou réfractaires à l'engraissement; les unes façonnées de vieille date au travail, les autres vouées à la production de la laine. Du jour au lendemain, il fallait changer tout cela, transformer nos vieilles races bovines et la plus grande partie de notre population ovine en bêtes spécialisées pour la boucherie; nouvelle et profonde perturbation. Ça été la dualité entre le bœuf de travail français et le bœuf de Durham offert comme la plus haute expression du progrès; la dualité aussi entre la laine et la viande.

Mais il me faut revenir en arrière pour m'occuper seulement des mérinos puisque, seuls, ils sont en cause en ce moment.

Il fut un temps en France où l'agriculture, arriérée et pauvre, — ça été l'époque de la vaine pâture, de la jachère morte et des terres en friche, — ne nourrissait que des troupeaux de mince valeur, une population animale numériquement peu considérable, peu méritante par son rendement ou par ses produits, peu recommandable par ce qu'on nomme aujourd'hui la perfection de la forme. Le mouton ne faisait pas exception. Cependant, certaines variétés méridionales, quelques autres encore devenues indigènes sur d'autres points du territoire, se distinguaient du reste par les qualités de la toison, laissant entrevoir au moins la possibilité d'améliorations faciles.

Dans le même temps, les laines fines commencèrent à être fort recherchées. L'Espagne en avait le monopole et prétendait le garder. L'heure du libre-échange n'était pas encore marquée au cadran des nations. Les mérinos étaient pour l'Europe entière un objet digne d'envie, une source de richesse très-convoitée, une sorte de fruit défendu dont la sévérité d'une loi jalouse assurait la possession exclusive à nos heureux et fiers voisins d'au-delà des Pyrénées. Cependant, les souverains ont parfois le bras long. Louis XVI s'imposa un jour la tâche de renouveler à notre profit la précieuse conquête de la toison d'or. Il s'y employa résolument, mit à la chose force de volonté, opiniâtre persévérance, et obtint après bien des sollicitations, après bien des efforts, par un traité secret, le droit d'exporter d'Espagne le troupeau d'élite qui est devenu la souche des mérinos français. On ne se doute guère, à notre époque de relations faciles et d'échanges internationaux, de tous les obstacles qui se dressaient alors devant un fait aussi simple : l'acquisition de quelques moutons en Espagne. Dans cinquante ans, l'histoire de l'introduction du mérinos en notre pays passera pour une légende des temps anciens.

Quoi qu'il en soit, le troupeau de Rambouillet, formé avec soin, conservé dans son état de pureté originelle, habilement amélioré dans sa forme et dans son produit, fut l'inépuisable et riche pépinière où l'élevage vint puiser abondamment les éléments de régénération et de transformation de la plus grande partie de notre population ovine.

La race mérinos s'acclimata sans difficulté à Rambouillet où elle a été conservée sans mélange; aujourd'hui encore elle y est florissante. Recherchés avec empressement, ses produits ont répandu successivement, dans les diverses régions de la France favorables à l'entretien des troupeaux, les qualités qui lui sont propres. L'élevage opéra tout à la fois par la race pure et par ses dérivés à tous les degrés. Jamais œuvre de métisation n'a été plus générale, plus universellement appliquée. Ce qu'on a appelé depuis, pour faire un mot, le croisement diffus, a été chose usuelle, pratique systématisée, parti pris. Pour commencer, les ressources étaient bien minimes, bien insuffisantes. Il n'y avait pas possibilité de songer à n'employer au croisement que des béliers de pur sang; où les eût-on pris? Contrairement aux préceptes absolus des puritains du genre, on n'hésita pas à utiliser les métis quelconques, et on procéda par grandes masses à une métisation par métis dont on ne retrouverait pas un second exemple. Rambouillet, — la race pure, voulais-je dire, — n'aurait jamais pu fournir, en nombre voulu, les mâles nécessaires à la régénération simultanée de toutes les bergeries. Au-dessous du type se formèrent des troupeaux de progression conduits avec beaucoup d'art vers la perfection des toisons; ceux-ci fournirent des reproducteurs de plus en plus capables à d'autres qui ne les valaient pas et qui, sous leur bonne influence, grâce à une épuration constante des pépinières, s'élevèrent assez rapidement eux-mêmes sur l'échelle du perfectionnement. Il en est beaucoup, parmi ces derniers, dans lesquels on n'a jamais introduit un bélier de pur sang. Le fait est assurément très-remarquable, car le point cherché, — l'amélioration de la laine, — a été rencontré sans conteste, et s'est maintenu à un niveau très-satisfaisant, sans retour à la grossièreté primitive, sans donner jamais raison à ceux qui repoussent de la reproduction les métis, — sous prétexte qu'ils manquent d'autorité héréditaire, qu'ils sont voués physiologiquement, sans rémission, à la « variablilité désordonnée, » autre mot qu'on voudrait bien faire passer pour une « loi de nature. »

En aucune circonstance, disons-le bien haut à l'honneur des moutonniers, l'éleveur français n'a montré ni plus de sagacité, ni plus de judicieuse attention, ni plus de suite dans l'éducation et le perfectionnement de ses animaux. Les uns ont poursuivi scientifiquement et pratiquement à la fois le croisement continu, œuvre de longue haleine et de persévérance; les autres se sont livrés sciemment, avec une parfaite entente, à une opération différente, mais parallèle, à un métissage entre métis, cherchant à fixer, et fixant, en réalité, des qualités que certains disent ne pouvoir être transmises si ce n'est à l'état de variabilité désordonnée.

En résumé, le sang mérinos introduit par voie de croisement direct et continu par quelques-uns, introduit surtout par voie détournée ou de métisation à tons les degrés dans nos races indigènes, en a transformé un très-grand nombre, fondues aujourd'hui dans un type très-répandu, le type mérinos. Les troupeaux conquis par la progression ont acquis valeur et réputation; les troupeaux améliorés à distance, c'est-à-dire par l'emploi exclusif des métis, sont parvenus à une grande hauteur, et constituent l'une des richesses agricoles du pays.

Cependant, il ne faut pas l'oublier, le point de départ de ce grand travail a été le perfectionnement de la toison, rien de plus. Ceci a été la chose essentielle, le *desideratum* exclusif. Le but a été atteint d'une manière très-satisfaisante : l'élevage avait visé une situation économique et tout à la fois un résultat zootechnique.

Mais ici, comme dans toutes les circonstances où l'éducateur limite ses efforts et ne s'occupe que d'une aptitude ou d'une faculté isolée, il est arrivé qu'en s'attachant à perfectionner seulement la toison, rien que la toison, ce qui est

déjà affaire capitale et passablement difficultueuse ou compliquée, on a laissé le reste en oubli, soit la structure; or, les circonstances aidant, celle-ci est devenue osseuse et peu charnue, plus ou moins régulière, et ne répondant à un degré marquant qu'au but proposé, — la production de la laine mérinos en belles qualité et quantité.

La toison avait donc acquis une grande valeur ou tout au moins un mérite très-réel; mais la production de la viande était demeurée très-inférieure, si bien qu'à l'époque où la consommation de cet aliment s'est accrue dans une proportion tout à fait imprévue, on s'est aperçu que le mérinos et ses nombreuses sous-races, qualifiées — métis-mérinos, — riches producteurs de laine, n'étaient que des producteurs de viande médiocres, ou pires encore, comparativement aux races spécialisées pour la boucherie.

Dans le même temps, le commerce extérieur commença à importer en France de prodigieuses quantités de laine fine, produites et achetées à bas prix en de lointaines régions nouvellement conquises à cette industrie. Alors la dépouille de nos troupeaux, sans avoir rien perdu de ses mérites, perdit notablement de son prix. Au moment de sa plus grande valeur, la laine française, sans laquelle les laines importées n'auraient point satisfait les manufactures, fut ainsi considérablement dépréciée. Les économistes profitèrent de la circonstance avec leur empressement et leur habileté ordinaires. Ils crièrent bien haut que nos mérinos et nos métis-mérinos avaient le double inconvénient de ne fournir en suffisance ni laine aux fabriques, ni viande à l'alimentation. La laine, les faits en témoignaient irrécusablement, produite à des conditions moins onéreuses ailleurs, devait désormais être demandée à des éducateurs plus heureusement placés que les nôtres; et la viande, le seul produit que nous ayons intérêt à réaliser maintenant, ne pouvait être économiquement obtenue que par l'élevage intelligent et réussi des races spécialisées pour la boucherie. C'était le bon temps de la spécialisation absolue, aveugle plutôt, système excessif, un peu de mode à présent, mais dans toute sa primeur et fort en vogue à l'époque dont je rappelle les idées et les besoins. Les anglomanes furent prompts à saisir la balle au bond; ils avaient beau jeu, ils firent chorus. Ils vantèrent avec enthousiasme, mais outre mesure, les races anglaises, exclusivement travaillées depuis cinquante ans et plus dans le sens de la production de la viande. Ils cherchèrent à démontrer, en les comparant aux races françaises, qu'il fallait partout les substituer à celles-ci. En dépit de la perturbation profonde qu'un tel fait eût nécessairement jetée dans l'économie du bétail, l'élevage français, fortement découragé par l'avilissement du prix des laines fines, fut un instant ébranlé, puis il se remit. Une fois passée la première émotion, on examina de plus près la question, et facilement on se rendit compte qu'il n'y a aucune incompatibilité physiologique entre la production d'une très-bonne sorte de laine mérinos et la production d'une quantité très-satisfaisante de viande d'excellente qualité.

Ainsi posé dans ses termes les plus précis, le problème fut résolument abordé par les plus intelligents. Le succès ne se fit pas attendre : tous nos mérinos, — purs ou métis, — s'acheminent en ce moment d'un pas rapide vers une condition nouvelle qui est la solution proposée, car elle présente à un degré très-remarqué l'alliance de ces deux qualités : mérite de la toison et bonne conformation pour la boucherie. Les efforts sont de deux sortes et vont de conserve : les uns tendent simplement à ne rien sacrifier des avantages acquis; les autres ont pour objectif de développer une aptitude par trop négligée ou même complétement oubliée dans le passé. Ces derniers prennent à tâche de réformer des vices de conformation qui ne portent sans doute aucune atteinte aux qualités de lainage, mais qui nuisent, en fin de compte, au bon équilibre des forces vitales.

Voici donc les deux faits importants qui se mettent de plus en plus en saillie, chaque année, dans nos troupeaux de mérinos et leurs très-proches, les métis-mérinos dès longtemps épurés : la bête à viande non moins parfaite que la bête à laine dans le même animal, et la réformation ou l'effacement progressif des formes défectueuses des variétés ossues, dont on a entrepris la transformation ou, plus exactement, la meilleure appropriation à une double destination.

L'animal à deux fins n'existe qu'à l'état de grande infériorité pour les partisans de la spécialisation absolue, poussée jusques à ses dernières limites. Les faits, ici encore, leur donnent complétement tort. Cependant, je ne veux pas que, par une interprétation erronée, on donne à mes paroles une signification qu'elles n'ont pas, une portée qu'elles ne sauraient avoir. Je m'explique.

Il est certain que l'animal à deux fins ou à double aptitude ne saurait être, dans la prédominance qui lui est propre ou dans l'exagération de ses aptitudes, mené aussi loin que l'animal spécialisé suivant une direction unique. Ainsi, le mérinos apte à produire à la fois laine et viande, ne portera jamais une toison aussi fine que celui à qui l'élevage ne demandera que la superfinesse de la laine. A celui-ci, la spécialisation n'impose rien autre, car elle sacrifie même la quantité à la qualité, dût la toison ne peser que 1 kilo ou même moins. Par contre, l'animal spécialisé pour la boucherie seulement n'atteindra jamais, comme producteur de laine, à la hauteur de son congénère ; il sera plus précoce, il engraissera plus rapidement, mais il fera plus de suif, de graisse que de viande. C'est l'inconvénient de l'exagération ; c'est un excès à peu près inévitable, car l'engraisseur émérite n'a pas d'autre souci que de préparer ses bêtes dans le laps de temps le plus court. Or, plus il va vite en besogne, plus il développe le tissu adipeux au détriment des os et des chairs. Le mouton à double destination produit une laine de finesse moyenne, très-appréciée et très-recherchée ; il fournit, en outre, à l'abat un rendement très-satisfaisant et une qualité excellente. En dernier ressort, il donne plus de profit. L'élevage français a donc eu raison de ne pas suivre étourdiment les conseils des économistes et des anglomanes ; il a fait sagement en conservant ses mérinos, et plus sagement encore en les transformant. C'est lui qui a donné la leçon à ses prétendus maîtres. Il en était bien capable. L'œuvre nouvelle dans laquelle il s'est rationnellement engagé depuis une douzaine d'années marche droit au but et, une fois accomplie, ne sera ni moins heureuse, ni moins réussie que n'avait été la première transformation, celle qui avait mis en pleine valeur et donné un grand prix à des troupeaux de mince mérite et produisant peu.

Le jugement que je porte sur la situation actuelle des races mérinos en France, n'est que la sanction plus accentuée des études faites sur la matière dans les expositions ou dans les concours des dernières années. C'est ainsi, par exemple, que M. Bella avait pu insérer le passage suivant dans son très-remarquable rapport sur les laines exposées à Londres, en 1862 :

« Les laines mérinos de moyenne finesse, longues, nerveuses et lustrées, qui ont déjà établi leur réputation sous le nom de *mérinos français*, semblent devoir former de plus en plus la spécialité de notre pays ; ce sont celles qui sont le mieux appropriées à ses conditions culturales, celles pour lesquelles nous avons à craindre le moins de concurrents, celles, par conséquent, qui doivent nous donner le plus de profit. — Sans doute, il est bien difficile de généraliser ces principes pour les appliquer à un pays aussi vaste que la France et à des circonstances de température aussi variables. Cependant, on peut dire qu'à part notre littoral nord-ouest, comprenant la Flandre, la Picardie, la Normandie et la Bretagne, dont le climat, humide en été et peu froid en hiver, est peut-être

plus favorable à des laines intermédiaires ou grossières analogues à celles de l'Angleterre, la majeure partie de la France est mieux placée que tout autre pays pour la production des laines mérinos moyennes, longues, nerveuses et lustrées. Aucune autre contrée ne jouit d'un climat aussi tempéré, ni trop chaud, ni trop froid, ni trop sec, ni trop humide, et ce climat tempéré se prête admirablement à la production de cette laine moyenne. »

Voilà qui détermine de la manière la plus nette le rôle définitif que doit prendre et remplir la plus grande partie de la population ovine de notre pays, dans les circonstances économiques et dans la situation agricole actuelles. Elles sont si bien définies, en effet, les variétés de nos mérinos s'y adaptent si complétement, que, si elles n'existaient pas, il faudrait les inventer. Leur supériorité, incontestable aujourd'hui, est tout entière dans leur double aptitude : elles sont également bonnes et productives pour la laine de moyenne finesse et pour la boucherie. Laissons à certaines contrées de l'Allemagne, entre autres à la Saxe et surtout à l'Autriche, le soin et l'honneur de fournir aux industriels les laines les plus fines qu'ils puissent employer; n'envions pas aux Anglais leurs races physiologiquement dégénérées et ultra adipeuses, et conservons nos races mérinos actuelles en les portant à leur apogée dans la double destination qui doit rester la leur.

Les améliorations déjà obtenues ont relégué parmi les préjugés les reproches qu'on leur a précédemment adressés avec quelque apparence de raison. Le mérinos à laine moyenne, le nôtre, a cessé d'être défectueux dans sa forme, de se développer avec lenteur, d'être réfractaire à l'engraissement, exigeant au râtelier ou au pacage, plus sujet aux maladies que les animaux des races communes. Rien de cela n'est plus fondé. Le nouveau mérinos est bien conformé, il croît très-vite, il produit abondamment la sorte de laine que j'ai définie, finesse moyenne, mais qualité supérieure très-recherchée pour la fabrication de tissus moyens, dont la consommation suit une progression constamment ascendante ; il est facile pour la nourriture, il est plus rustique que les races étrangères, s'engraisse bien à tous les âges et fournit à l'état un produit qui supporte sans désavantage toutes les comparaisons; il est notamment moins adipeux que les animaux des races dites perfectionnées de l'Angleterre, où toute la population de l'espèce gravite forcément autour du type spécialisé pour la boucherie.

« Nul ne peut nier aujourd'hui, écrivait en 1863 M. Teyssier des Farges, que les éleveurs qui ont sû faire une bonne sélection et viser à ce double but de la laine et de la viande, ont obtenu autant de précocité et de poids avec le mérinos à laine moyenne qu'avec les races de boucherie. Nous avons pu constater dernièrement, chez M. Garnot, qu'une agnelle de sept mois, tuée par accident, donnait en viande nette 24 kilog., et en suif $4^k,50$; sa peau valait environ 8 francs. Chez M. Simonet, un agneau de neuf mois et demi a donné en viande nette 32 kilog. et demi, en suif $3^k,930$; sa peau a été vendue 10 francs. Cet habile éleveur vend couramment sur champ de foire, pour la boucherie, des moutons gras qui, toison comprise, rapportent à six mois 30 francs, à dix-huit mois 60 francs, à trente mois 80 francs. »

Loin de n'être que des exceptions, ces faits se généralisent. A supposer qu'ils soient la perfection, ils disent ce que vaut la race parvenue à un niveau élevé d'amélioration.

L'exposition de Billancourt l'a montré en tout son éclat. Ceux qui ont connu cette race dans le passé, — un passé, je l'ai dit, qui est seulement à quelques années de nous — et qui ont pu l'étudier dans les nombreux spécimens appelés à concourir, ont pu voir un animal tout autre, une race nouvelle. Les deux

portraits ne se ressemblent guère; j'essaierai de les remettre sous les yeux du lecteur. L'un et l'autre d'ailleurs a été calqué sur les besoins divers des deux époques : sur les *desiderata* d'autrefois et d'aujourd'hui.

Autrefois donc, je le répète, la préoccupation exclusive de l'éleveur a été la laine, et les qualités de laine exigées par les industriels qui la mettaient en œuvre avaient fait concevoir un type spécial, réalisé ensuite par l'éleveur, savoir : le mérinos plissé à laine courte. Quelle que fût la variation de structure ou de conformation de l'animal, chose très-secondaire en l'espèce, peau et toison revenaient au type idéal. Le reste avait moins d'importance; on le négligeait, et comme tout ce à quoi on ne prête ni soin, ni attention, demeurait inculte et laid. Tous nous avons connu ces physionomies bêtes, ces grosses têtes à chanfrin brusqué, portant de gros plis hideux; au nez court, mafflu, refoulé; aux cornes contournées en spirale, outrageusement développées, menaçantes; à l'aspect étrange sous ce matelas de laine qui recouvrait et brodait le tout, même l'oreille, à la façon des chauves-souris. A la suite de cette tête monstrueuse, le cou était gros et ramassé, luxueusement plissé et cravaté; au poitrail, on eut dit d'un large tablier — coquetterie suprême, recherche spéciale de l'éleveur. En arrière, ce n'était pas la forme cylindrique de l'animal à viande, mais l'apparence étroite de l'animal osseux; la ligne du dos, souvent étagée, ne formait pas la table si belle aux yeux de l'engraisseur; enfin, les membres, très-chargés d'os et laineux jusqu'aux onglons, complétaient un ensemble où l'estétique n'avait rien à voir et où, malgré le bon vouloir le plus prononcé, on ne pouvait supposer un développement des chairs complétement absent. Qu'on ne s'y trompe pas, néanmoins, cette conformation, cette construction plutôt était la meilleure au point de vue exclusif de la production de la laine courte et fine; elle était le résultat logique de la spécialisation du mérinos; elle avait porté à leur exagération les avantages et les inconvénients, les premiers parce qu'ils avaient été incessamment cherchés, les autres parce qu'on ne les avait pas combattus.

Les améliorateurs de la race nouvelle ont eu à remplir un autre programme. Et d'abord, ils n'eurent plus à produire de la laine courte. Cela seul implique de grandes modifications à la peau; et les plis purent disparaître en grande partie sur un corps plus ample, plus allongé, plus descendu, plus étoffé, plus charnu, moins osseux. C'est un résultat physiologique constant que celui-ci : étant donnée une race, moins est développé le squelette, plus longue est la mèche de la toison. Voilà donc des caractères nouveaux qui se tiennent et qui découlent physiologiquement les uns des autres : structure plus cylindrique, forme carrée, diminution du volume des os, augmentation des chairs, disparition des plis de la peau, suppression des cornes, allégissement très-notable de la tête et réforme des difformités qui la déshonoraient; chute de la laine sur les régions où elle ne peut avoir ni qualité, ni valeur; les bons morceaux, cotelettes et gigots, se prononcent et acquièrent plus de poids; laine abondante, tassée, de finesse moyenne, de bonne sorte, douce, moelleuse et haute; la croissance est plus rapide, l'engraissement plus facile, le rendement plus élevé, la qualité de la viande plus appréciable.

Tel est le nouveau mérinos : ses proportions varient suivant la fertilité des terres dont il est appelé à consommer les produits, mais sa conformation s'uniformise sur le moule de la bête à viande, tout en conservant les mérites spéciaux et précieux d'un lainage à part.

Et ces caractères ou ces avantages ressortaient d'autant mieux à Billancourt, qu'à côté du mérinos français, amélioré, l'ancien mérinos se trouvait représenté par l'une de ses variétés les plus renommées, le mérinos Négretti. Mais les

exposants de cette famille célèbre savaient déjà à quel point elle paraîtrait arriérée près du mérinos si heureusement modifié chez nous, et ils avaient pris la précaution de nous rappeler cette vérité pratique : « Dans les pays pauvres, de culture peu avancée, où les pâturages sont maigres et où le prix de la viande ne couvrirait pas les frais de production, la laine doit être le principal et souvent l'unique produit des moutons. Il faut donc s'efforcer d'obtenir autant de laine que possible sur des animaux de petite taille et faciles à nourrir. *Quand les circonstances le permettront*, il sera facile, par un croisement et des soins raisonnés donnés à l'élevage, d'augmenter leur taille et leur poids. »

Cette dernière phrase nous dit à quel point l'élevage français a eu raison de s'engager dans la bonne voie où il est aujourd'hui. Qu'il y persévère : le succès et le profit sont au bout. Soit que l'amélioration de la race mérine se poursuive par elle-même, soit qu'on ait recours au croisement pour la mener plus rapidement au point cherché, il faut qu'elle achève sa révolution et se complète. C'est par là qu'elle a repris faveur, et c'est justice. Honneur à l'élevage français! Par deux fois, avec le même animal, il a su se mettre au premier rang en se conformant aux besoins du temps : une première fois avec la laine seulement; à présent avec la laine et la viande. Voilà des titres sérieux à la reconnaissance publique.

La suite des Études *sur les animaux domestiques à un prochain fascicule.*)

LA TÉLÉGRAPHIE

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.

PAR LE COMTE **TH. DU MONCEL**,

I

Pour qu'on puisse bien saisir l'importance des perfectionnements qui ont été apportés à la télégraphie dans les appareils figurant cette année à l'Exposition, il est nécessaire que nous jetions tout d'abord un coup d'œil rétrospectif sur les progrès successifs de ces appareils aux différentes expositions qui ont précédé, et qui forment comme des étapes dans l'histoire de la science télégraphique. Cette étude, en montrant ce que la pratique a exigé des instruments, pourra en même temps indiquer la voie dans laquelle devront se maintenir les inventeurs dans leurs recherches ultérieures.

Avant l'Exposition de 1851, la plupart des systèmes télégraphiques aujourd'hui en usage étaient déjà connus, du moins quant au principe; seulement, tels qu'ils étaient alors construits, la plupart d'entre eux, du moins ceux qui n'étaient pas en service, étaient dans des conditions telles, qu'ils n'auraient pu être appliqués dans la pratique. Ceux mêmes qui étaient employés pour le service dans les différents pays, sauf les télégraphes à cadran, étaient dans un état d inférioriété notoire.

Ainsi, les télégraphes Morse, les télégraphes à cadran, à aiguilles, à ailettes (système français), les télégraphes imprimeurs, même les télégraphes autographiques, étaient imaginés; mais les télégraphes à aiguilles, les télégraphes Morse et les télégraphes à cadran (système Breguet) étaient seuls adoptés par les administrations télégraphiques. Les télégraphes à aiguilles étaient employés en Angleterre, les télégraphes Morse en Amérique, en Allemagne et en Suisse, les télégraphes à cadran par les administrations des chemins de fer français et les télégraphes à ailettes, reproduisant les signaux télégraphiques des frères Chappe, par le gouvernement français.

A l'Exposition de 1851, deux innovations importantes se sont fait remarquer. M. Bain venait de découvrir que l'action du courant, sur une feuille de papier imprégnée d'une solution de cyano-ferrure de potassium, détermine instantanément, sous l'influence d'un fil de fer, des traces bleues pouvant être utilisées avantageusement dans les télégraphes écrivants. Le télégraphe qu'il présenta alors, et qui était du reste extrêmement massif, pouvait en effet fournir 1,500 lettres par minute, avec un manipulateur automatique. Ce résultat fit, à cette époque, beaucoup de bruit; mais quelques difficultés qu'on rencontra dans sa mise en

pratique empêchèrent les administrations télégraphiques de l'adopter; d'ailleurs, à cette époque, ces administrations, soit par orgueil national, soit par un système d'économie mal entendu, ne se souciaient pas des innovations, et cherchaient presque toujours à mettre les inventions sous le boisseau. Il faut dire aussi que les besoins de la télégraphie et les exigences du public n'étaient pas à cette époque aussi pressants qu'ils le sont devenus depuis, et on peut dire que ce sont ces exigences qui, en forçant l'inertie des administrations, ont contribué aux progrès si remarquables qui se sont produits depuis quelques années dans les appareils télégraphiques.

A cette même Exposition de 1851 figurait un spécimen de télégraphe autographique imaginé par M. Backewell. L'appareil n'avait pas été exposé, mais le spécimen en question suffisait pour que les personnes versées dans l'étude des appareils télégraphiques pussent en imaginer le dispositif. A cette époque, on n'attacha pas une grande importance à cette découverte et on la regardait plutôt comme une curiosité que comme une invention susceptible d'être appliquée. Il en fut de même des télégraphes imprimeurs, dont un pourtant, celui de House, avait été déjà mis en pratique sur une ligne des États-Unis. Il faut toutefois l'avouer, tels qu'ils étaient alors construits, ces divers appareils ne pouvaient guère inspirer une grande confiance, et il n'a pas fallu moins de quinze années d'essais persévérants de tous les inventeurs et savants des deux mondes pour les mener à bien, chacun apportant à la construction de l'édifice sa pierre plus ou moins grande.

Au moment de l'Exposition de 1855, une grande transformation s'opérait dans les systèmes télégraphiques. La pratique prolongée de la télégraphie ayant démontré aux diverses administrations que l'appareil Morse était le plus convenable, les divers États de l'Europe abandonnèrent leurs systèmes propres et appliquèrent d'une manière générale le système américain. L'Angleterre seule tint à honneur de conserver le télégraphe à aiguilles; encore même une des compagnies les plus puissantes (la Compagnie internationale) finit aussi par adopter le système Morse, précisément par suite de ses relations avec le continent. Dans cette disposition des esprits, on comprend facilement que les inventeurs durent porter particulièrement leurs investigations sur les perfectionnements à introduire dans le télégraphe Morse; aussi, à l'Exposition de 1855, les inventions les plus importantes se sont-elles rapportées à ce genre d'appareils.

C'est ainsi que M. Mouilleron créa un modèle extrêmement commode, qui fut adopté pendant quelque temps presque partout et qui fut l'objet d'une récompense élevée. Dans cet appareil, les poids du mécanisme d'horlogerie étaient remplacés par un fort ressort; le mécanisme d'horlogerie était placé dans une boîte distincte fermée par des tiroirs en glace, et le mécanisme imprimeur, placé en dehors sur une des platines de l'appareil, pouvait être facilement réglé et adapté aux fonctions electro-magnétiques; on put même approprier cette disposition aux appareils electro-chimiques, qui devinrent dès lors très-pratiques.

A l'époque de l'Exposition de 1862, plusieurs perfectionnements remarquables avaient été apportés aux appareils imprimeurs et aux appareils autographiques par MM. Hughes et Caselli; mais, bien que les expériences qui en avaient été faites aient été très-satisfaisantes, comme leur application définitive aux services télégraphiques n'avait pas encore été faite, ces appareils ne figurèrent pas à l'Exposition de Londres. Ce furent encore les perfectionnements apportés aux appareils Morse qui eurent les honneurs de cette Exposition, et, entre autres, celui que MM. Digney frères avaient introduit déjà quelques années avant. Cette fois, les signaux étaient inscrits à l'encre sur une feuille de papier, et l'appareil pouvait se passer de relais, ce qu'on n'avait pu encore réaliser avec les autres

dispositions. Déjà cette innovation avait été proposée par M. Cacheleux, en substituant à la pointe traçante des Morse un tire-ligne circulaire plongeant dans un encrier, et par M. Thomas John, au moyen d'une molette tournante plongeant également dans un encrier; mais ce furent MM. Digney qui trouvèrent la disposition la plus simple et la plus pratique, en rendant la molette fixe, en l'encrant au moyen d'un rouleau en flanelle imprégné d'encre, et en faisant les impressions à l'aide d'un couteau approchant le papier de la molette.

A la même Exposition, on put remarquer, surtout chez les Anglais, une nouvelle classe de télégraphes à cadran, de dimensions très-petites, fonctionnant sous l'influence de courants de machines magnéto-électriques. Ces petits télégraphes avaient eu leur raison d'être, à la suite de la télégraphie domestique créée à Londres par M. Wheatstone, et qui a pris depuis une extension si considérable. D'un autre côté, en raison de la multiplicité des lignes sous-marines, M. Siemens créait aussi un système de télégraphe Morse sous-marin qui présentait de réels avantages.

C'est seulement cette année, à l'Exposition de 1867, que nous voyons figurer avec l'importance qui leur convient les télégraphes qui font aujourd'hui l'admiration du monde savant, je veux parler des télégraphes imprimeurs de Hughes et des télégraphes autographiques de M. Caselli. Non-seulement le premier de ces appareils figure dans l'exposition de l'administration française, mais on le retrouve dans les expositions de deux de nos plus habiles constructeurs, MM. Froment et Hardy. Nous voyons par là que ces télégraphes, non-seulement font partie du matériel de notre administration, mais qu'ils sont employés concurremment avec les Morse pour le service habituel. Ils ont, en effet, rendu d'immenses services, et on peut même dire sans hésitation que sans eux les dépêches n'auraient pu être fournies à 2 francs sur certaines lignes de notre réseau, et à 50 centimes pour la télégraphie domestique aux différents points de la capitale. Du reste, la meilleure preuve de leur perfection, c'est que la Russie, l'Italie, la Prusse, l'Autriche, l'Amérique et l'Angleterre, imitant notre exemple, ont acheté le brevet de M. Hughes et emploient maintenant son système dans les mêmes conditions que nous. Ainsi, grâce à une conception hardie, qu'on pourrait taxer de folie au premier abord, des appareils, qui étaient regardés comme impossibles dans la pratique télégraphique, principalement à cause de la lenteur supposée de leur transmission, sont devenus les appareils les plus expéditifs que nous puissions avoir entre les mains.

Telles sont les différentes étapes de l'art télégraphique depuis une quinzaine d'années. Nous allons maintenant passer en revue et en détails non-seulement tous les appareils dont nous venons de parler, mais encore tous ceux qui, pour avoir un rôle secondaire, n'en sont pas moins remarquables.

TÉLÉGRAPHES PROPREMENT DITS.

Pour mettre de l'ordre dans le compte rendu que nous allons faire, nous étudierons les appareils, en les classant en cinq catégories, comme nous l'avons fait dans notre *Traité de télégraphie électrique*. Ces cinq catégories sont : 1° les télégraphes à aiguilles; 2° les télégraphes à cadran; 3° les télégraphes écrivants; 4° les télégraphes imprimeurs; 5° les télégraphes autographiques. Nous étudierons ensuite les accessoires télégraphiques.

Les télégraphes à aiguilles ayant été à peu près abandonnés dans tous les pays, sauf sur une ligne anglaise qui a tenu encore à les conserver (on ne sait trop pour quelle raison) on ne devait pas s'attendre à en trouver des spécimens

à l'Exposition de 1867. Aussi, en dehors de deux appareils, de M. Gloesener, qui avaient déjà figuré aux précédentes Expositions, et de deux télégraphes construits par MM. Naple de Namur, et Leopolder, de Vienne, on ne retrouve qu'un seul appareil de ce genre à l'exposition anglaise, encore ne figure-t-il que d'une manière accessoire, pour désigner un appareil à signaux dans un système électrique ayant pour but de prévenir les accidents de chemins de fer. Ces appareils, d'ailleurs, n'ont rien de nouveau.

Télégraphes à cadran.

Les télégraphes à cadran sont plus nombreux; ils figurent dans les expositions de tous les principaux constructeurs et offrent des combinaisons qui, sans avoir les caractères d'une grande nouveauté, n'en sont pas moins assez importantes au point de vue pratique.

De ce nombre, nous citerons le télégraphe de MM. Guillot et Gatget, qui figure dans l'exposition de M. Breguet et qui fonctionne sous l'influence de courants magnéto-électriques produits par le manipulateur. La disposition de cet appareil rappelle beaucoup celle que M. Wheatstone avait donnée en 1862 à ses appareils à cadran pour la télégraphie domestique de Londres[1]. Comme dans ces appareils, le levier du manipulateur est monté sur un axe vertical qui porte une armature fort large, découpée en forme de deux secteurs, cette armature, en tournant au-dessus de quatre électro-aimants droits, vissés deux à deux sur les deux pôles d'un aimant en fer à cheval, de manière à former un carré parfait, détermine alternativement dans les deux positions rectangulaires deux courants de sens contraire qui se succèdent sans interruption en se superposant, et qui, par conséquent, ont une intensité croissante et décroissante. Les deux courants, dans ces conditions, peuvent par conséquent être utilisés sans commutateur ni interrupteur à la marche du récepteur, ce qui est un grand avantage tant au point de vue de la simplicité de construction de l'appareil qu'à celui de la régularité de l'action produite. Afin d'établir les communications entre la ligne et le récepteur du poste expéditeur, pour la coupure des dépêches et la réception, MM. Guillot et Gatget ont fait en sorte, au moyen d'un plateau à douille mobile de haut en bas et adapté à l'axe de rotation, de couper la communication de la ligne avec ce récepteur, quand la manivelle se trouve élevée au-dessus des crans du cadran. Au contraire, cette communication est rétablie, quand cette manivelle est abaissée. La manipulation de cet appareil est, du reste, extrêmement douce.

Le récepteur n'a rien de bien particulier; la palette qui porte l'ancre d'échappement est aimantée et oscille entre deux electro-aimants placés l'un en regard de l'autre, au bas de l'appareil. Le reste du mécanisme est d'ailleurs exactement le même que celui de l'appareil Breguet actuellement en usage sur les chemins de fer.

Les télégraphes magnéto-électriques de Siemens n'ont rien de nouveau : c'est toujours la disposition d'aimants à lames isolées les unes des autres et la bobine d'induction dans laquelle le fil est enroulé longitudinalement qui ont été conservés pour le manipulateur; et comme ces appareils ne doivent pas desservir des postes très-éloignés les uns des autres, le récepteur n'a aucun mouvement d'horlogerie; c'est encore l'electro-aimant polarisé de M. Siemens qui est employé pour le fonctionnement de celui-ci.

Le télégraphe de M. Chambrier, qui figure dans l'exposition de MM. Digney,

1. Voir mon *Traité de télégraphie*, page 347.

présente quelques particularités intéressantes, surtout pour le manipulateur ; il a pour but de rendre la transmission télégraphique, souvent irrégulière et saccadée dans les appareils ordinaires (surtout avec des télégraphistes peu exercés), complétement indépendante des mouvements de la manivelle, qui peut d'ailleurs, sans inconvénient, être reportée en arrière ou en avant, suivant le plus court chemin d'une lettre à l'autre.

A cet effet, le cadran du manipulateur porte devant chaque cran correspondant à une lettre un double contact isolé en platine, sur lequel appuient deux ressorts adaptés à la manivelle du manipulateur, quand celui-ci est abaissé dans l'un ou l'autre des crans. De ce contact résulte la fermeture d'un courant local, qui déclanche un mouvement d'horlogerie, lequel a pour fonction de faire tourner une roue à cames, et de produire par l'intermédiaire de cette roue et d'une petite godille, les contacts du courant de ligne, nécessaires pour le fonctionnement du récepteur correspondant. En même temps un axe portant une aiguille indicatrice qui traverse l'axe de la manivelle, permet de montrer à l'expéditeur le mouvement de cet interrupteur, et ce n'est que quand l'aiguille, dont il vient d'être question, se trouve dans l'axe de la manette, position dans laquelle le mécanisme d'horlogerie se trouve embrayé mécaniquement, que l'on peut songer à l'envoi d'un nouveau signal. On comprend d'après cela que la manette n'a d'autre fonction dans cet appareil que celle qui est remplie par les touches successivement abaisées dans les manipulateurs à clavier, dont le construction se trouve de cette manière considérablement simplifiée. Inutile de dire qu'une petite disposition supplémentaire permet à l'appareil d'établir la communication de la ligne avec le récepteur du poste expéditeur, quand la manette ne ferme pas le courant local.

Le récepteur n'a d'ailleurs rien de particulier. Cet appareil est aujourd'hui appliqué sur les lignes des chemins de fer de l'Est.

A l'exposition de Belgique on trouve, parmi les appareils exposés par M. Naple, deux modèles de télégraphes à cadran, dont un possède un manipulateur à touches encastré dans le récepteur. Le mécanisme d'horlogerie de cet appareil est disposé de manière à fournir 204,000 lettres sans être remonté. Ces appareils, comme presque tous les télégraphes à cadran belges, fonctionnent par le renversement alternatif du courant, et ont par conséquent deux électro-aimants. L'un de ces systèmes qui n'est pas soumis à l'influence d'un mécanisme d'horlogerie a une construction très-simple : les deux électros sont placés l'un à côté de l'autre, et leur armature fixée l'une au bout de l'autre, de manière à ne former qu'un seul barreau oscille sur sa partie médiane, qui porte en même temps la fourchette d'échappement ; de cette manière le mouvement seul des armatures réagit directement et sans intermédiaire sur la roue à rochet qui commande les mouvements de l'aiguille. La même disposition a permis de placer aussi sur l'armature le marteau de la sonnerie qui oscile avec elle.

Il y a bien encore dans les diverses expositions d'autres appareils à cadran. Mais ces appareils sont tellement connus, qu'il est inutile d'en parler ici. De ce nombre sont les appareils Breguet, exposés dans les vitrines de l'administration des lignes télégraphiques françaises et de M. Breguet, le télégraphe magnéto-électrique de Wheatstone, le télégraphe à cadran, construit pour l'empereur du Maroc, par MM. Digney, et qui est remarquable par son luxe et sa perfection d'exécution, le télégraphe sans réglage à courants renversés de MM. Digney, etc.

Nous pourrions joindre encore à cette liste le télégraphe Cacheleux, qui ne diffère des autres qu'en ce que les lettres de l'alphabet sont, sur les cadrans, accompagnées des signaux qui les représentent dans le vocabulaire Chappe, et le télégraphe qu'on remarque à l'exposition de M. Léclanché, qui ne présente de

nouveau que l'addition à la godille du manipulateur, d'un commutateur destiné à faire réagir celui-ci sur une batterie de polarisation d'un système particulier, dont nous parlerons plus tard.

On trouve encore des télégraphes à cadran dans les vitrines de M. Gloësener et de M. Hipp, mais je n'ai pu en voir les mécanismes. Dans le modèle de M. Hipp, le récepteur et le manipulateur forment comme deux cadrans de même taille incrustés l'un à côté de l'autre sur un même pupitre; celui de M. de Gloësener est à touches.

Enfin, au milieu des machines de l'exposition bavaroise, on finit par découvrir trois modèles d'un télégraphe à cadran à translateur, dont la forme se rapproche des premiers télégraphes à cadran de Wheatstone, et dont la sonnerie marche sous l'influence du mécanisme d'horlogerie commandant l'aiguille, absolument comme dans une sonnerie d'horloge ; il n'a du reste rien de nouveau dans son dispositif et a été construit par M. Bürcker, de Ludwigshaven, sur le Rhin.

Télégraphes écrivants.

Les télégraphes écrivants, bien que très-nombreux à l'exposition, ne présentent rien de réellement nouveau. On peut même en quelque sorte en suivre tous les perfectionnements antérieurs, car on retrouve dans les diverses expositions tous les modèles qui ont été successivement adoptés depuis l'origine jusqu'à nos jours.

Ainsi, dans les expositions de Russie et d'Autriche, on retrouve les premiers modèles Morse à pointe sèche, tels que ceux dont on se servait en 1853.

On rencontre encore le même système, mais avec une disposition plus perfectionnée, dans les expositions de MM. Hasler et Escher, de Berne.

Dans le télégraphe exposé par M. Gurlt, de Berlin, on retrouve la disposition à pointe sèche de M. Mouilleron, dont nous avons parlé précédemment. Ce même système se voit encore dans la vitrine de l'administration des télégraphes français comme appareil historique. Du reste, les Morse à pointe sèche ne sont pas encore abandonnés partout, et nous voyons dans l'exposition de M. Siemens un modèle de ce genre d'appareils, avec la disposition perfectionnée qu'il a donnée aux autres instruments de ce genre qu'il construit.

Les télégraphes Morse, à molette, sont ceux qui présentent les plus nombreux spécimens. On voit que les constructeurs ont cherché à tourner autour des inventions de MM. Thomas John et Digney, pour éluder les brevets.

Nous voyons d'abord dans l'exposition de M. Breguet le télégraphe de Thomas John, perfectionné par lui. On sait que dans cet appareil la molette qui doit fournir les impressions encrées est placée sur le levier de l'armature, seulement dans l'origine cette molette tournait dans un encrier, et dans le modèle en question, elle est encrée par un rouleau en flanelle, imbibée d'encre; la disposition elle-même de l'appareil est également plus simple et mieux comprise que dans l'appareil primitif.

A l'exposition de MM. Digney, nous trouvons les différents modèles de télégraphes à molette fixe, qui ont été adoptés par l'administration des télégraphes français et par celles de la plupart des autres pays. Cette disposition imaginée par MM. Digney et Baudoin a même été combinée de manière à s'adapter au système de transmission magnéto-électrique de Siemens et aux appareils militaires. En raison de ses avantages pratiques, dont l'un des principaux est comme on l'a vu, de permettre à l'appareil de fonctionner sans relais, ce télégraphe a été copié sous une forme ou sous une autre par presque tous les constructeurs. Ainsi, nous le retrouvons copié servilement, sauf le système

électro-magnétique, dans les deux expositions de M. Siemens. Mais il n'y a rien en cela qui puisse étonner, puisque MM. Siemens et Digney se sont associés pour l'exploitation de ce système télégraphique. A l'exposition de MM. Hasler et Escher, de Berne, et de M. Wil-Horn de Berlin, on le retrouve encore

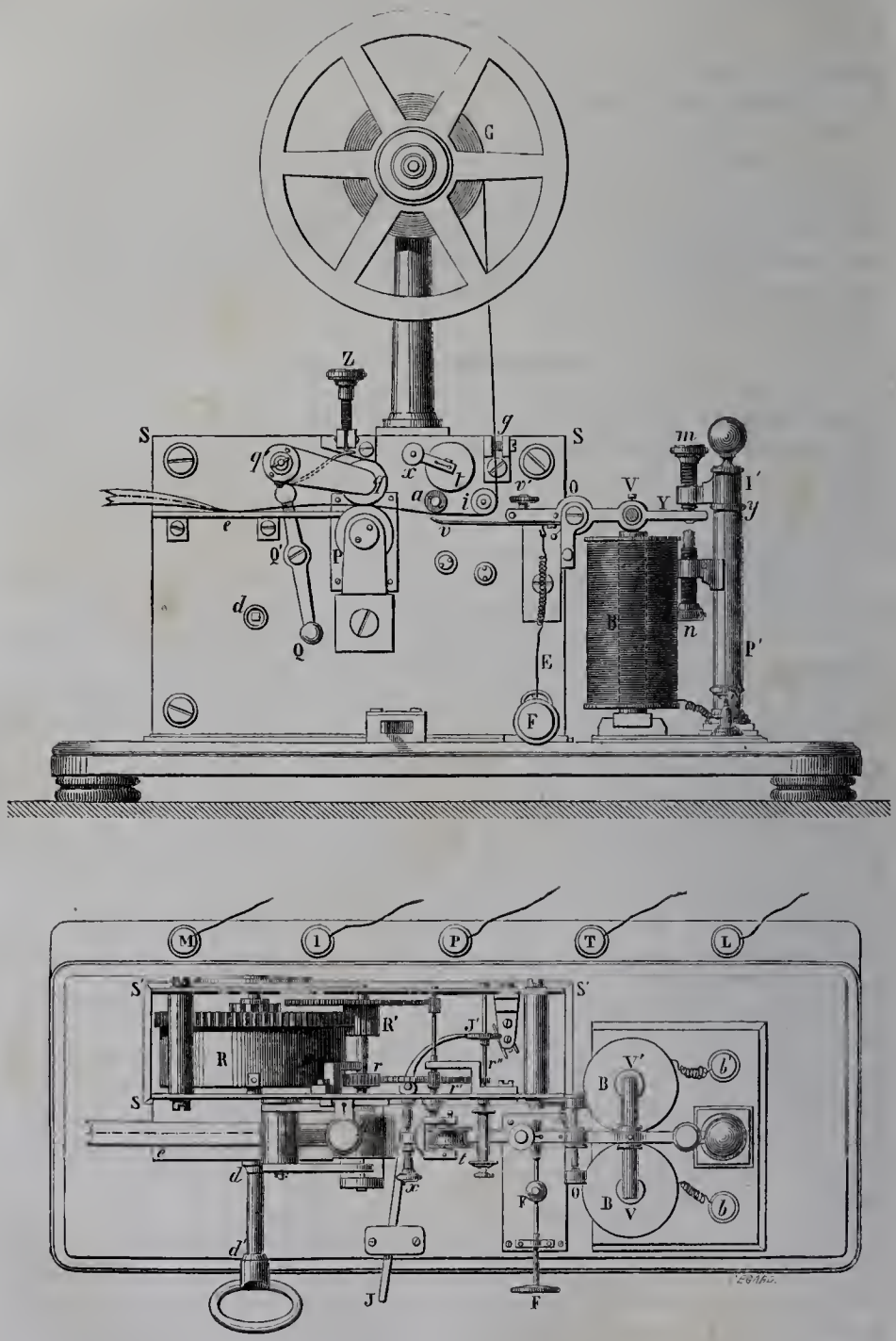


Fig. 1.

exactement copié. Dans les premiers cependant le ressort antagoniste de l'armature est double, comme dans le système des relais suisses.

La figure ci-dessus montre le dispositif du télégraphe de MM. Digney. *a* est la

molette, — t le rouleau encreur, x l'articulation du levier qui supporte celui-ci, qq' P les rouleaux moteurs de la bande de papier, ige les guides de cette bande, Z la vis appuyant sur le ressort du rouleau supérieur q, Q' la bascule soulevant ce rouleau quand on veut employer l'appareil comme parleur ou translateur, v est la lame qui appuie la bande de papier contre la molette pour produire les impressions, v' est une vis de réglage pour modérer la force de pression de cette lame, B est l'électro-aimant, V son armature, O le pivot d'articulation du levier qui la porte, ainsi que la lame vF, E le ressort antagoniste et son treuil, mn les deux vis du translateur, I'P' la colonne portant ces deux vis, G la roue au papier, SS la boîte renfermant le mécanisme d'horlogerie, J le levier de déclanchement de ce mécanisme, $d'd$ la clef pour le remonter.

A l'exposition italienne on trouve un système du genre Thomas John, construit par M. Sacco, de Turin, seulement le montage des pièces est disposé différemment. Ainsi, le mécanisme d'horlogerie est dans une boîte séparée, la molette, le rouleau encreur, l'armature et le translateur sont montés sur le support vertical, qui porte la roue au papier, et la molette est fixée sur la bascule, portant l'armature de l'électro-aimant.

Dans la même exposition on remarque encore un Morse à molette fixe, construit par M. Poggioli, de Florence, qui ne diffère de celui de Digney qu'en ce que l'électro-aimant, au lieu d'être placé à l'extérieur de l'appareil, est placé au dedans de la boîte, presqu'en face de la molette, et ne réagit sur celle-ci que par l'intermédiaire d'une petite palette qui traverse la platine de la boîte; cette disposition n'est certes pas un progrès réalisé sur l'appareil Digney.

A l'exposition française on retrouve aussi un télégraphe à molette fixe, du reste très-bien construit par M. Vinay, qui a pour organe encreur une seconde molette de large diamètre, qui plonge dans un encrier et qui tourne tangentiellement à la première molette. Cet appareil, dit-on, fonctionne très-bien et a l'avantage de rendre moins fréquent le renouvellement de l'encre sur les rouleaux.

Avant les télégraphes à molette, on avait, comme nous l'avons dit, cherché à résoudre le problème des télégraphes à signaux encrés, au moyen de tire-lignes, de tubes capillaires adaptés à des encriers, de pinceaux, etc., etc. Le système à tire-lignes, qui avait donné les meilleurs résultats, figure aujourd'hui à l'exposition de M. Cacheleux, sans doute comme histoire de l'art. Nous n'insisterons pas en conséquence sur cette disposition puisqu'elle n'a pas été appliquée, et nous renverrons le lecteur que cette question intéresse à la description que nous en avons faite dans notre *Traité des applications de l'électricité* (tome IV). Nous en dirons autant du télégraphe exposé par M. Hermann, de Lisbonne (exp. Portugaise), dont les marques se produisent au moyen d'un tube capillaire, adapté sous un encrier. Nous devrons toutefois faire remarquer un petit dispositif ingénieux que ce constructeur a adapté à cet appareil et qui évite quelques-uns des inconvénients qu'on a reprochés à ce genre de systèmes télégraphiques. Ce dispositif consiste dans une solidarité de mouvement établie entre cet encrier à tube et le levier de détente du mécanisme d'horlogerie. En temps ordinaire, cet encrier est élevé au-dessus de la bande de papier, et de cette manière l'encre ne s'étale pas dessus, soit par imbibition, soit par endosmose, mais aussitôt qu'on déclanche l'appareil pour recevoir la dépêche, l'encrier et le tube prennent la place qu'ils doivent avoir, et les marques se produisent par le rapprochement du papier, comme dans le système Digney.

Les télégraphes à simple molette ne sont pas les seuls de ce genre que M. Digney ait exposés. On retrouve dans sa vitrine plusieurs types qui lui ont été suggerés par les besoins locaux des administrations étrangères. Ainsi,

on y voit des télégraphes dont les bobines électro-magnétiques portent plusieurs spirales distinctes, afin de fournir des résistances variables et susceptibles de se combiner soit en tension, soit en quantité.

On en voit d'autres dont l'armature des électro-aimants est constituée elle-même par un électro-aimant droit, pour exercer une plus grande force attractive. Ce système attribué à tort à M. Maroni[1] a été copié par M. Longoni, de Milan, comme on peut le voir par l'appareil qu'il a exposé. On voit encore dans l'exposition de MM. Digney un système Morse à large molette, plongeant dans un encrier pour être employé dans les climats chauds, où la légère couche d'encre, laissée sur les molettes ordinaires par le rouleau imprimeur, se sèche assez promptement.

Dans un temps, et ce temps n'est pas encore très-éloigné, on s'était beaucoup préoccupé de transmissions automatiques, afin d'expédier un plus grand nombre de dépêches et d'utiliser des employés moins exercés que ceux qui sont affectés au service des manipulateurs Morse ordinaires. Plusieurs constructeurs ont présenté dans ce but des appareils ingénieux, et au nombre des meilleurs nous citerons ceux de M. Weatstone, de MM. Digney et de M. Siemens. Nous retrouvons dans l'exposition de ces deux derniers des appareils de ce genre.

Ceux de MM. Digney que nous avons du reste décrits avec détails dans notre *Traité de télégraphie électrique*, se composent de trois appareils : d'un perforateur qui découpe sur une bande de papier, en trous longs et courts, les combinaisons de lettres qui constituent les dépêches; d'un transmetteur automatique, qui expédie sous l'influence d'un mécanisme d'horlogerie la dépêche ainsi composée; enfin, d'un récepteur. Celui-ci n'est autre chose que l'appareil à molette ordinaire, seulement, afin de rendre le système moins dispendieux, MM. Digney adaptent à ce récepteur le système transmetteur qui se trouve placé du côté opposé au système écrivant. Il en résulte que le même mécanisme d'horlogerie peut servir à la réception et à la transmission. Ce système d'ailleurs ne présente aucune difficulté, puisqu'il suffit d'un ressort appuyant sur la bande perforée et en rapport avec un interrupteur de courant, pour que les mouvements produits par les chutes de ce ressort dans les trous se trouvent accusés par des fermetures plus ou moins longues de courant à mesure que la bande se trouve entraînée.

MM. Digney ont exposé les deux systèmes de perforateurs qu'ils avaient imaginés dans ce but.

Le système de transmetteur automatique exposé par M. Siemens n'est que le diminutif de celui qu'il avait envoyé à Londres en 1862. Cette fois, au lieu de fournir des courants magnéto-électriques, il transmet des courants voltaïques, ce qui simplifie beaucoup le mécanisme. Ce système se compose de types en métal d'imprimerie, qui se rapportent aux points et aux traits de l'alphabet Morse et qui se trouvent assemblés dans un long composteur, au moyen d'une machine à composer assez simple. A l'aide d'une autre machine, les dépêches transmises se trouvent décomposées et les types distribués automatiquement dans leurs cases respectives, lesquelles ne sont qu'au nombre de trois, savoir : une pour les points, une pour les traits et une pour les blancs.

Pour terminer avec les télégraphes écrivants, nous signalerons encore des appareils à doubles marqueurs et deux appareils de M. Siemens, dont l'un est disposé pour fonctionner avec des courants continus, comme dans certains systèmes télégraphiques que nous avons décrits dans notre *Traité de télégraphie*,

1. J'avais employé ce système d'armature longtemps avant M. Maroni, dans mon Télégraphe imprimeur.

page 535, et l'autre disposé de manière à fonctionner sur les circuits sous-marins, avec un manipulateur particulier, aujourd'hui bien connu et que nous avons décrit dans notre *Traité*, page 405.

Les appareils à deux marqueurs ont été exposés par MM. Gloësener et Morénès. Les droits d'inventeur n'étant pas encore garantis pour le premier de ces appareils, nous n'en parlerons pas; quant au second, il consiste dans deux bascules, portant chacune une molette, et sur lesquelles réagit par l'intermédiaire de la pointe d'une vis une traverse portée par une armature verticale aimantée en forme de fer à cheval. Cette armature oscille autour d'un point fixe, situé au milieu de sa courbure, et présente ses deux pôles entre les trois pôles d'un électro-aimant placé horizontalement. Il en résulte que, suivant le sens du courant, les battements de l'armature aimantée se font à droite ou à gauche, et par suite l'une ou l'autre des molettes fournit les marques sur la bande de papier.

Cette disposition de télégraphe, déjà ancienne quant au principe, avait été imaginée pour simplifier l'alphabet Morse, et rendre les transmissions plus rapides. On ne l'a pas adoptée généralement dans les administrations, parce que les avantages n'avaient pas été reconnus assez grands pour nécessiter un nouvel apprentissage des employés télégraphistes.

Comme complément à cet appareil, M. Morénès a adapté à l'armature dont nous avons parlé, une tige munie d'un marteau qui frappe, suivant le sens du courant, sur deux timbres de son différent, afin qu'on puisse, avec cet appareil, recevoir au son comme avec les parleurs ordinaires.

Nous devons encore signaler, comme appareil particulier, un manipulateur Morse, disposé de manière à opérer des contacts au mercure, qui figure dans l'exposition anglaise, de M. Siemens. C'est une espèce de clef Morse qui agit mécaniquement sur une pièce oscillante, qui plonge des appendices métalliques dans des godets remplis de mercure; deux de ces godets sont affectés à la liaison de la ligne avec le récepteur du porte-expéditeur; deux autres fournissent les fermetures du circuit.

Nous citerons encore un manipulateur Morse à clef de M. Lacoine, qui figure dans l'exposition de M. Breguet. Cet appareil a pour effet de décharger la ligne du côté du poste transmetteur immédiatement après les émissions du courant, en établissant instantanément une communication à la terre.

Comme disposition accessoire des appareils Morse, nous ne devons pas omettre le système automatique de déclanchement du mécanisme d'horlogerie, exposé par M. Sortais. Ce système, qui a pour but de mettre l'appareil en marche sous l'influence seule de la transmission des dépêches, est le plus parfait de tous ceux qui ont été présentés, et il est évident que si les administrations ont intérêt à ce système de déclanchement automatique, c'est lui qui sera adopté. Nous avons décrit avec détails ce système dans notre *Traité de télégraphie*, page 383.

Télégraphes imprimeurs.

En raison de leur adoption récente par la plupart des administrations télégraphiques d'Europe, les télégraphes imprimeurs se voient cette année en beaucoup plus grand nombre qu'aux autres expositions. Ainsi, en dehors des appareils de Hughes et d'Arlincourt, qui sont aujourd'hui appliqués dans le service télégraphique français, nous trouvons à l'exposition française 5 systèmes, à l'exposition espagnole 1 système, à l'exposition prussienne 1 système.

Ce qui avait fait écarter dans l'origine les appareils imprimeurs, c'était principalement leur lenteur de transmission, leur complication et la difficulté de

les remettre en état quand ils se dérangeaient. Ces inconvénients n'existant pas, il est évident que, dans beaucoup de cas, la manœuvre de ces appareils est plus simple, la lecture plus aisée et moins sujette aux erreurs. Toutefois, on ne croyait guère que ces appareils pussent devenir pratiques, et quand de temps à autre quelque inventeur en présentait un spécimen, c'était tout au plus si on se donnait la peine de l'examiner. Pourtant un jour la Commission française de perfectionnement des télégraphes ayant été saisie d'un nouveau système présenté par M. Hughes, fut frappée des résultats produits par cet appareil, et les fit mettre en essai. Grâce à une conception hardie de ce savant, conception qu'on aurait pu taxer de folie si elle n'avait fourni d'aussi bons résultats, et que l'on doit regarder maintenant comme un élan de génie, tous les inconvénients qui s'opposaient à la mise en pratique de ces sortes d'appareils avaient, en effet, disparu comme par enchantement, et ces télégraphes étaient devenus les télégraphes les plus expéditifs que nous ayons. Ces premiers essais eurent lieu en 1860, et les résultats en furent si satisfaisants qu'on les continua pendant plusieurs années. Pendant ce temps, M. Hughes, aidé de notre habile constructeur, M. Froment, apporta à ses appareils de si nombreuses améliorations, qu'en trois ans ils atteignirent leur perfection; aujourd'hui, ce sont des appareils tellement bons qu'ils ne laissent rien à désirer. Grâce à eux, on peut expédier maintenant quatre fois plus de dépêches que par les télégraphes Morse, et ces dépêches peuvent être livrées au public telles qu'elles se présentent au sortir de l'appareil. C'est réellement un résultat merveilleux et qu'on n'aurait guère soupçonné il y a quelques années.

Nous disions que le télégraphe Hughes devait son origine à une conception presque fantastique; on va pouvoir en juger. Jusqu'à présent, tous ceux qui se sont occupés de télégraphes imprimeurs, et moi-même tout le premier, ont cru que, pour produire l'impression d'une lettre, il fallait d'abord faire arriver la lettre devant le mécanisme imprimeur, l'arrêter un instant et produire l'impression pendant cet arrêt. C'est là véritablement ce qui est logique, et toutes les inventions de télégraphes imprimeurs qui ont été faites ont reposé sur cette base. M. Hughes, voyant dans cet arrêt, non-seulement une perte de temps regrettable, mais encore un inconvénient grave pour les systèmes à mouvements synchroniques, qui avaient fourni jusque-là les meilleurs résultats, a voulu le supprimer complétement, et, pour cela, il a cherché à imprimer les lettres au vol. Pour concevoir une pareille idée, il fallait être à coup sûr Américain; car il était à supposer que la pression exercée sur une roue des types en mouvement devait, sinon l'arrêter, du moins ralentir suffisamment sa marche pour détruire le synchronisme, et, en second lieu, on devait s'attendre à ce que l'impression ne fût jamais assez prompte pour fournir des caractères suffisamment nets et convenablement séparés. Il en a été tout autrement, grâce aux heureuses dispositions prises par M. Hughes.

Afin d'éviter d'abord la destruction du synchronisme, M. Hughes a imaginé de placer sur le même axe que la roue des types une roue dite *correctrice*, ayant pour effet, après chaque impression de lettre, de rétablir la roue des types dans sa véritable position. De cette manière, si un retard était produit par le fait de l'impression, ce retard pouvait être immédiatement corrigé; en second lieu, pour obtenir une impression extrêmement prompte, la roue des types a été fixée sur l'avant-dernier mobile de l'appareil, et la pièce destinée à produire l'impression étant adaptée au dernier mobile, a pu être disposée de manière à effectuer son effet excentrique dans 1/200 de seconde, alors que la roue des types n'effectuait sa rotation qu'en une demi-seconde. Ces deux mouvements étant d'ailleurs solidaires, la correction dont nous parlions à l'instant devenait pos-

sible. Pour obtenir tous ces effets, il fallait nécessairement un mécanisme d'horlogerie bien puissant, et pour commander un pareil mécanisme, une force électrique très-énergique était indispensable. Mais M. Hughes n'a pas été plus embarrassé par cette question que par les autres, et, pour obtenir cette force électrique énergique, il a fait réagir son appareil avec des électro-aimants dans leur maximum de force, c'est-à-dire avec leur armature au contact des pôles. De cette manière, l'action de ces électro-aimants n'était produite que par l'effet de la destruction de leur magnétisme, et comme l'armature pouvait être ramenée mécaniquement au contact de l'électro-aimant, il centuplait ainsi, en quelque sorte, l'action électrique; aussi ces appareils, tout volumineux qu'ils sont, et quoique commandés par un poids de 50 kilogrammes, peuvent fonctionner sans relais de Paris à Marseille.

Dans l'exposé succinct que nous venons de faire de l'invention de M. Hughes, nous n'avons parlé que des principes nouveaux imaginés par lui; mais son appareil ne serait pas devenu pratique s'il n'avait apporté aux différents mécanismes qui le composent d'importants perfectionnements. Parmi ces perfectionnements, l'un des plus importants se rapporte au mécanisme destiné à rendre aux deux stations la marche des roues des types complétement synchronique. Il a résolu le problème en adaptant au premier mobile un volant assez lourd, et en faisant réagir l'axe de ce mobile sur une tige vibrante, de manière à lui faire accomplir des vibrations circulaires. On sait que les tiges vibrantes, pour une longueur et une inertie données, peuvent donner des vibrations tellement isochrones que, malgré des différences d'amplitude très-marquées, les sons qu'elles émettent ne varient pas. Il ne s'agissait donc que d'adapter à ces tiges un système régulateur et un frein destiné à amortir le mouvement du moteur pour obtenir, avec ce système, un excellent moyen d'établir le synchronisme parfait des mouvements des appareils. Comme organe régulateur, M. Hughes a adopté une boule pesante portée par la tige vibrante, et qui peut être avancée plus ou moins loin sur cette tige au moyen d'un guide à crémaillère; comme frein, il a naturellement choisi le frein à frotteur, et l'a placé de manière à appuyer sur une roue adaptée au dernier mobile de l'appareil.

Les figures 2 et 3 ci-après (pages 376 et 377) montrent la disposition de cet appareil.

Z 1 2 3 4 5 6 sont les différents rouages du mécanisme d'horlogerie, V le volant placé sur le dernier mobile, SS′ la tige vibrante qui se meut circulairement, X le frein régulateur, *s* le frein du volant qui déclanche le mécanisme d'horlogerie, B le déclancheur de l'électro-aimant, AA l'électro-aimant, H la roue des types, F la roue correctrice, R le rouleau entraîneur de la bande de papier, *n′* la came qui soulève le rouleau R et détermine l'impression en $\frac{1}{200}$ de seconde, *n* la came qui réagit sur la roue correctrice et la came en limaçon qui fait avancer la bande de papier, N l'interrupteur circulaire qui est mis en action par les touches du clavier, *q* le frotteur de cet interrupteur, TT′ le commutateur, *f* l'armature de l'aimant fixe portant les électros AA.

Il serait beaucoup trop long ici de décrire tous les organes de cet admirable appareil, détails qu'on pourra trouver, ainsi que les dessins correspondants, dans notre *Traité de télégraphie*[1]. Nous terminerons donc cette description en appelant encore l'attention du lecteur sur le mécanisme, aussi simple qu'ingénieux, imaginé par M. Hughes, pour passer de l'impression des lettres à celle des chiffres, et sur les combinaisons de courant au moyen desquelles M. Hughes,

1. Le lecteur pourra aussi consulter avec fruit le *Nouveau traité de télégraphie électrique* de M. E. Blavier, auquel plusieurs figures de cette Étude ont été empruntées. E. L.

en diminuant l'effet électro-magnétique à la station de départ, l'augmente par cela même à la station d'arrivée, ce qui évite les inconvénients dus aux dérivations sur la ligne et le réglage des appareils.

La manipulation du télégraphe Hughes, bien que facile en elle-même, puisque le transmetteur est à clavier, ne laisse pas que d'être assez difficile quand on veut transmettre vite, et il faut avoir une grande habitude de la place occupée par chacune des différentes lettres pour faire produire à ces appareils tout le travail utile qu'ils peuvent fournir. Du reste, quelque habile qu'ait été jusqu'ici un employé, il n'a jamais pu être arrêté par son appareil, et pourtant on a pu transmettre jusqu'à 60 dépêches de 20 mots dans une heure.

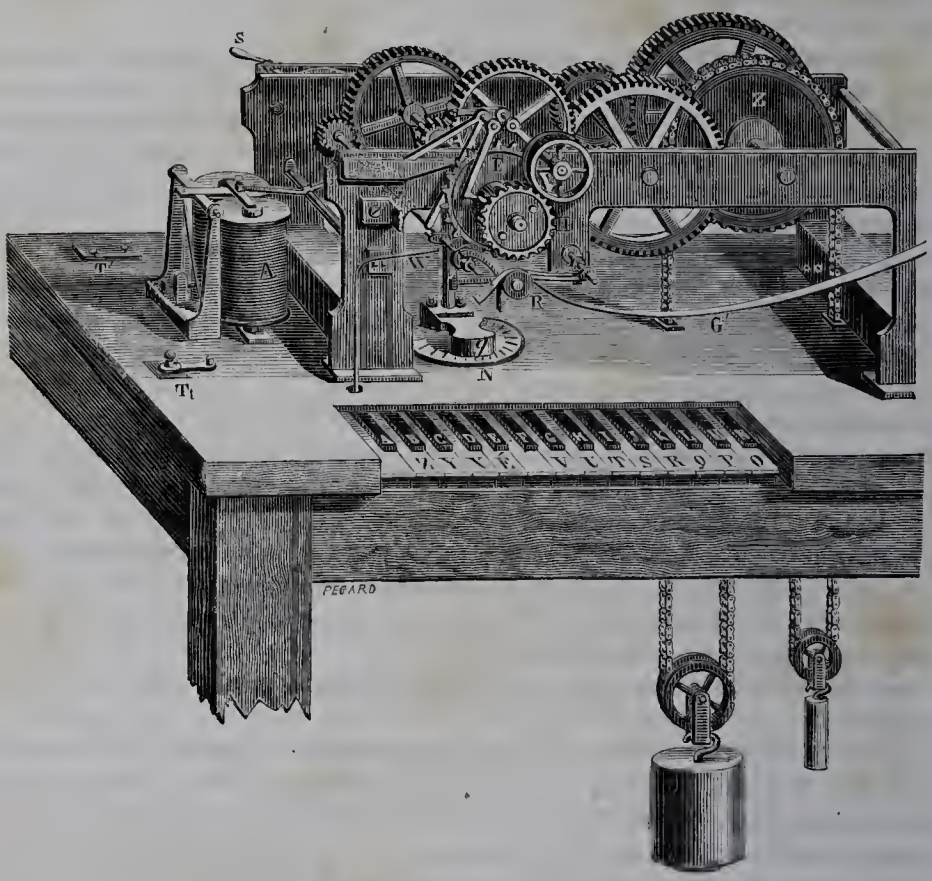


Fig. 2.

On a pensé à adapter à ces appareils des manipulateurs automatiques qui auraient pu réaliser ce que les employés n'ont pu faire jusqu'à présent; mais le temps passé à composer les dépêches aurait été encore plus long que celui employé à les transmettre, et on y a renoncé.

A côté du télégraphe de M. Hughes, nous devons placer celui de M. d'Arlincourt, qui, lui aussi, est devenu assez pratique pour être mis en usage dans le service télégraphique. Sans doute il n'a pas la même vitesse de transmission que celui de M. Hughes, mais son maniement est très-facile; il est peu encombrant, et peut être appliqué avantageusement soit sur les chemins de fer, soit dans les postes municipaux ou cantonnaux.

Dans ce système, qu'il serait d'ailleurs difficile de parfaitement comprendre sans figures, le mouvement des appareils est continu aux deux stations; mais ce mouvement, dont tous les frais sont fournis par un mécanisme d'horlogerie, est

déterminé par une action électrique qui, à chaque passage de lettre, détermine un déclanchement par l'effet d'un dispositif rhéotomique analogue, quant au principe, au vibrateur des sonneries trembleuses. En effet, chaque fermeture de courant opérée par ce rhéotome a pour effet secondaire, après un premier mouvement de la roue des types, de provoquer un second déclanchement. lequel est suivi d'un troisième, et ainsi de suite, d'une manière indéfinie. De cette manière, les mouvements des deux appareils en correspondance sont solidaires les uns des autres, et en conséquence, les mêmes lettres dans les roues des types se présentent en même temps devant le marteau imprimeur aux deux stations.

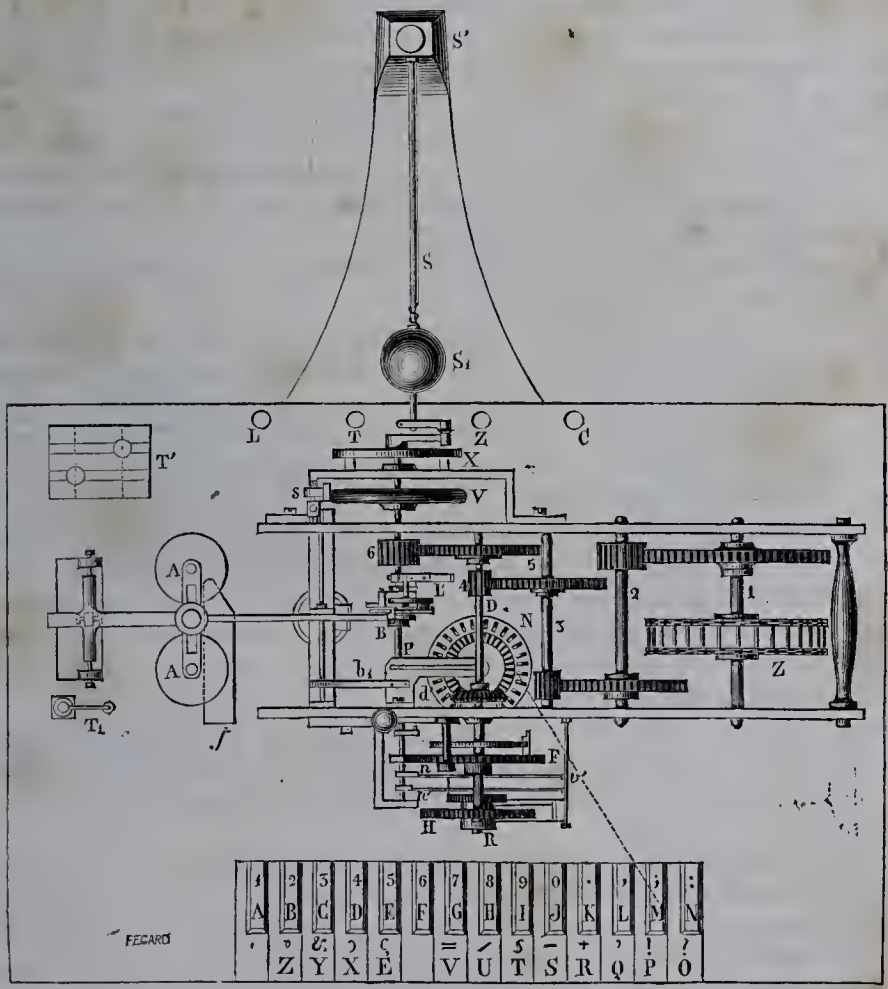


Fig. 3.

Les impressions, dans cet appareil, s'effectuent sous l'influence d'un courant local et d'un mécanisme d'horlogerie spécial, par l'effet d'un rhéotome électromagnétique; ce rhéotome, composé de deux électro-aimants, marche sous l'influence de l'électro-aimant du récepteur, et est combiné de telle manière que les palettes des deux électro-aimants oscillent d'une manière continue. Ces palettes, en buttant contre des contacts, peuvent fermer le courant local de l'imprimeur, mais il faut pour cela que l'une soit entièrement attirée et l'autre entièrement repoussée, et cet effet n'a lieu que quand un temps d'arrêt se manifeste dans le mouvement de la roue des types.

Pour obtenir cet arrêt, il suffira d'envoyer à travers les appareils un cou-

rant continu, car par cela même, le rhéotome dont nous avons parlé, et qui produit le mouvement de rotation, se trouve dans l'impossibilité de fonctionner.

Afin de réaliser au moyen du manipulateur, qui est à touches, cette dernière fonction, et en même temps pour ne faire fonctionner l'appareil qu'au moment où l'on s'en sert, M. d'Arlincourt fait réagir les touches de ce manipulateur sur une bascule qui, au moyen de contacts convenablement placés, établit les communications électriques nécessaires. Un petit mécanisme très-simple permet de substituer à la roue des lettres une roue des chiffres.

La figure 4 ci-après représente le plan de l'appareil de M. d'Arlincourt.

AA′ est l'électro-aimant qui commande l'échappement, GH son armature agissant en *eg* sur le relais double SS′ disposé pour déterminer les impressions, BB est l'électro-aimant du mécanisme imprimeur dont le déclanchement s'effectue en Y, D est le rhéotome qui, au moyen des frotteurs II′, établit la marche saccadée et synchrone des deux appareils, MM′M′NN est la bascule qui détermine l'arrêt des mécanismes, *mm′nn′* les ressorts frotteurs qui fournissent les communications électriques, F la roue d'échappement, E la roue des types, Q l'excentrique fournissant l'impression.

L'appareil de M. d'Arlincourt figure aux expositions de l'administration des télégraphes français et de M. Breguet.

Après le télégraphe d'Arlincourt, nous devons signaler celui de M. Joly, dont la forme extérieure se rapproche de celle du Morse nouveau modèle. Dans cet appareil, qui fonctionne par échappements successifs comme les télégraphes à cadran, l'axe de la roue des types porte une deuxième roue d'échappement à dents pointues destinée à agir sur un interrupteur spécial affecté au mécanisme imprimeur, et une seconde roue des types portant les chiffres. L'interrupteur dont nous venons de parler se compose de deux lames de ressort isolées l'une de l'autre, dont une, plus longue et légèrement recourbée à son extrémité inférieure, rencontre les dents de la roue à dents pointues. Ces deux lames portent chacune un appendice ou contact en platine qui ferme un courant local à travers le mécanisme imprimeur, quand le long ressort ne se trouve pas soulevé par la roue à dents pointues.

Le manipulateur n'est d'ailleurs qu'un manipulateur de télégraphe à cadran, et le mécanisme imprimeur un mouvement d'horlogerie qui approche mécaniquement le guide de la bande de papier de la roue des types. Or, voici ce qui se passe quand on transmet :

Lorsque l'appareil manœuvre avec une vitesse suffisante pour faire passer sans arrêt sensible les différentes lettres qui ne doivent pas être imprimées, la roue à dents pointues repousse le ressort recourbé, et celui-ci vibre sans pouvoir se rapprocher assez de l'autre ressort pour produire un contact; mais quand un arrêt se produit, la partie recourbée de ce ressort s'introduit entre deux dents de la roue en question et détermine le contact, et, par suite, l'impression.

Pour passer de l'impression des lettres à celle des chiffres, M. Joly adapte entre les deux pôles de l'électro-aimant du récepteur une ancre aimantée qui réagit sur le guide du papier, et, en le plaçant sous la roue des chiffres, fait en sorte que les impressions sont effectuées par cette roue. Il suffit, en conséquence, d'ajouter au manipulateur un commutateur à renversement de courant, et d'appuyer sur ce commutateur au moment où l'on veut faire le changement d'impression pour que celle-ci s'opère.

M. Joly a encore ajouté à l'axe de la roue des types, du côté opposé à l'impression, une aiguille qui se meut autour d'un cadran à lettres, pour faire en

même temps de cet appareil un télégraphe à cadran. Un miroir se trouve placé devant ce cadran, pour que l'employé puisse suivre facilement, par la marche de l'aiguille, les impressions qu'il envoie.

Ce télégraphe est, comme on le voit, assez simple, et pourrait être appliqué peut-être avec avantages dans la pratique, dans les mêmes conditions que le télégraphe précédent.

Le télégraphe de M. Desgoffe qui figure dans l'exposition de MM. Digney, bien que peu pratique avec sa disposition actuelle, présente certaines dispositions ingénieuses sur lesquelles nous devons appeler l'attention.

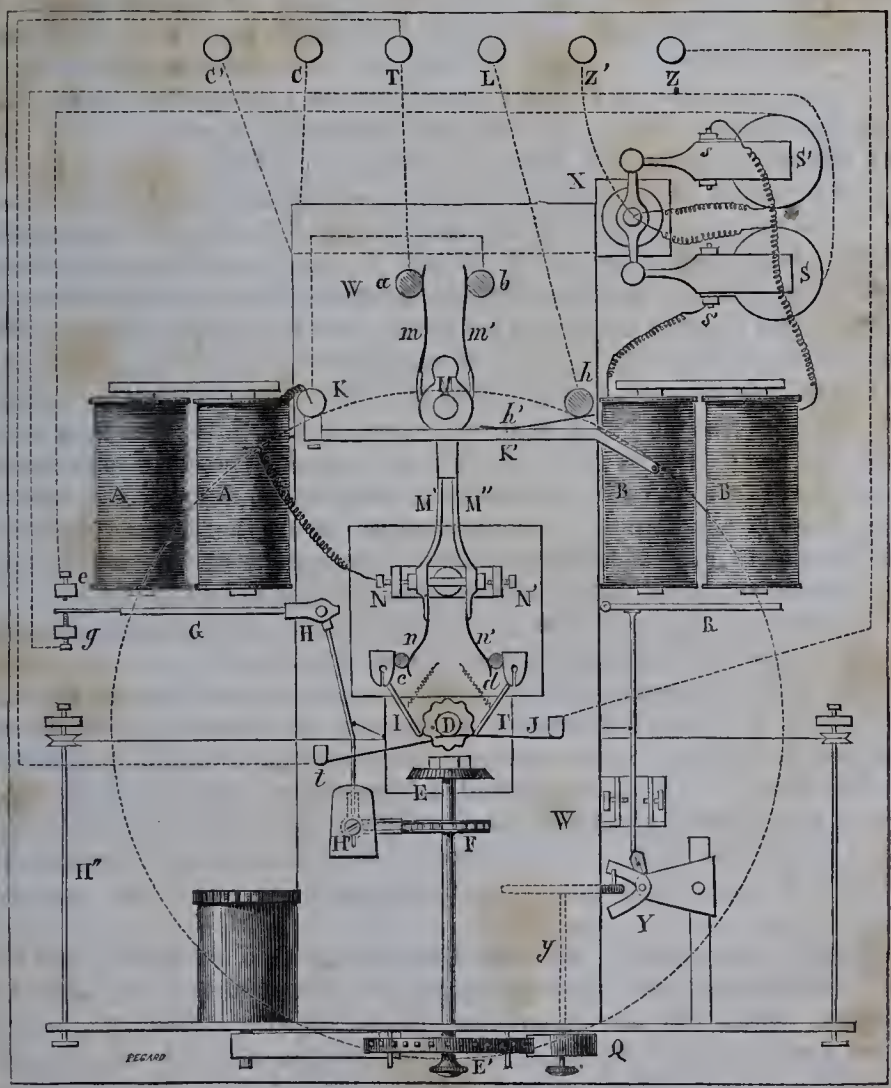


Fig. 4.

Ce télégraphe, comme celui de M. Hughes, appartient à la classe des télégraphes imprimeurs à mouvements synchroniques. Mais au lieu de chercher à résoudre mécaniquement le problème par l'uniformité des mouvements, M. Desgoffe l'obtient par une série de réglages qui se font automatiquement à chaque tour de la roue des types. Pour cela, il adapte au récepteur un deuxième électro-aimant qui réagit sur un rhéotome conjoncteur dépendant du mouvement de la roue des types. Ce rhéotome consiste dans un disque d'ivoire qui porte un bec d'arrêt et un contact. Deux ressorts appuyés sur ce disque sont in-

terposés dans le circuit de ligne dont fait partie à chaque station l'électro-aimant supplémentaire. L'armature de cet électro-aimant porte un crochet qui peut arrêter le bec du rhéotome et, par suite, la roue des types. En temps ordinaire, le courant qui doit passer par les deux rhéotomes est coupé, et alors les armatures des électro-aimants sont inactives, d'où résulterait l'arrêt de la roue des types des deux appareils au moment de l'arrivée des becs d'arrêt des rhéotomes devant ces armatures. C'est, en effet, ce qui a lieu quand le mouvement des deux roues des types n'est pas complétement synchronique. Mais quand le synchronisme a lieu, il n'en est pas ainsi, car les deux rhéotomes, en fermant simultanément le courant aux deux stations par suite de la présence des deux contacts des disques d'ivoire sous les ressorts, permettent aux électro-aimants correspondants de dégager les becs d'arrêt des rhéotomes. On comprend donc, d'après cela, que, si l'un des appareils a de l'avance sur l'autre, il se trouve arrêté jusqu'à ce que ce dernier soit arrivé dans la même position.

Les impressions dans cet appareil s'effectuent d'ailleurs comme dans les autres télégraphes de ce genre, c'est-à-dire par l'émission d'un seul courant faite au moment du passage d'un frotteur devant la lettre signalée; toutefois, la disposition toute particulière que M. Desgoffe a adoptée pour les manipulateurs de cet appareil est peu pratique. C'est un levier basculant suspendu comme un pendule et qui se meut devant un arc divisé où se trouvent inscrites les différentes lettres de l'alphabet. L'extrémité supérieure de ce levier, en se prolongeant au delà de son point d'articulation, se termine par un ressort frotteur qui, en se déplaçant plus ou moins, peut rencontrer les différents appendices métalliques en rapport avec les différentes lettres, lesquels appendices sont disposés sur une double spirale en limaçon, qu'on a construite en aluminium pour avoir moins d'inertie à présenter au mouvement du télégraphe. Comme on le comprend facilement, ces contacts sont mauvais et la marche de l'appareil doit être considérablement gênée par cet effet forcément irrégulier.

On pourra avoir, du reste, tous les renseignements nécessaires sur cet appareil dans notre *Exposé des applications de l'électricité*, tome V.

A l'exposition espagnole, nous trouvons aussi un télégraphe imprimeur bien construit par M. Vinay et exposé par M. Morénès. Cet appareil n'a rien de nouveau comme principe : il se rapproche des appareils primitifs imaginés par MM. Bain, Brett, etc. C'est un appareil à échappement, dans lequel les transmissions sont d'autant plus lentes que les chiffres ont été placés sur la roue des types à la suite des lettres, ce qui augmente de près du double le nombre des émissions de courant quand il s'agit de revenir d'une lettre à sa voisine en arrière.

L'impression se fait sous l'influence d'un mécanisme d'horlogerie, par suite d'un déclanchement opéré directement par un électro-aimant interposé dans un circuit local. C'est une excentrique qui est appelée à produire cet effet, comme dans la plupart des premiers télégraphes; seulement, afin d'amortir le contre-coup de la détente, celle-ci s'effectue sur une pièce articulée et maintenue dans une position fixe par une lame de ressort.

Le fonctionnement du mécanisme imprimeur est déterminé, comme dans l'appareil de M. Joly, par deux lames vibrantes qui oscillent des deux côtés d'une tige verticale adaptée à l'armature de l'électro-aimant du mécanisme de la roue des types. Quand celle-ci marche avec une certaine vitesse, ces deux ressorts, armés de pointes, se trouvent écartés de cette tige, et ce n'est qu'après un temps d'arrêt que le contact nécessaire à la fermeture du courant local est produit. Toutefois, il est facile de comprendre combien une pareille disposition est défectueuse, car, outre les mauvais contacts qui se trouvent établis de

cette manière, il doit arriver souvent que les vibrations produites, n'étant pas complétement amorties, doivent fournir plusieurs contacts successifs au lieu d'un.

Une pédale analogue à celle des télégraphes à cadran de Bréguet permet de mettre l'appareil au repère d'un seul coup.

Quant au manipulateur, il est à touches et n'offre rien de particulier.

Nous trouvons encore à l'exposition prussienne un télégraphe imprimeur exposé par M. Levin, de Berlin, mais qui est tellement compliqué qu'il est difficile de le comprendre à première vue. Il ne paraît pas présenter de grands avantages, à en juger par les impressions qu'il a produites.

C'est donc encore à l'exposition française qu'il faut revenir pour trouver quelque chose de nouveau.

A l'exposition de M. Dujardin, nous trouvons, en effet, deux appareils imprimeurs d'une disposition complétement différente de celle qu'il avait primitivement proposée en 1862, et qui avait pourtant déjà à cette époque produit des résultats favorables, ainsi qu'on a pu le reconnaître pendant les trois mois d'essais auxquels on l'a soumis à l'administration, sur la ligne de Paris à Lille.

Les nouveaux modèles appartiennent à une classe de télégraphes imprimeurs intermédiaire entre les télégraphes à simple échappement et les télégraphes à mouvements synchroniques. Dans ces appareils, en effet, la roue d'échappement qui commande la roue des types, est commandée par une ancre, mais cette ancre a ses deux becs disposés en plans inclinés de telle manière qu'au lieu de faire arrêt au mouvement de la roue, elle se trouve au contraire sollicitée par celle-ci à accomplir des oscillations, comme dans l'appareil imprimeur de Theyler. Toutefois, ces oscillations ne sont pas complétement libres, car les deux poles d'un électro-aimant réagissent sur la tige de cette ancre, et, en la maintenant inclinée d'un côté ou de l'autre, peuvent fournir un arrêt complet de la roue d'échappement. On comprend d'après cette disposition que si les deux appareils en correspondance soit directement, soit par l'intermédiaire d'un relais, sont disposés de manière à ce que chaque échappement produit par l'un des deux appareils ait pour effet secondaire une fermeture de courant réagissant sur l'électro-aimant de l'échappement de l'autre appareil, la marche synchronique sera sans cesse rétablie, non pas après chaque impression, comme dans le Hughes, non pas après chaque tour de la roue des types, comme dans l'appareil Desgoffe, mais à chaque échappement, et, dans cette fonction, l'action électrique pourra être très-minime, car elle n'aura à vaincre aucune résistance, le moteur se chargeant lui-même d'approcher presque au contact des pôles de l'électro la tige vibrante. Cette disposition a encore cela d'avantageux qu'un contact du relais manquant, la marche des appareils pourrait ne pas être altérée, le synchronisme mécanique des échappements étant suffisant de lui-même pour remplir cette condition pendant quelques instants.

L'impression s'effectue dans l'un des appareils qui est à clavier et qui fonctionne toujours en relais sans jamais rompre le courant, par durée de contacts, au moyen de la même pile locale qui règle la rotation des roues des types.

Dans le second appareil qui est à manipulateur à cadran, cette impression s'effectue, comme dans le premier système de M. Dujardin, par rupture du circuit, chaque fois que l'on enfonce la manivelle dans les crans du cadran[1], la rotation des roues des types étant toujours déterminée par l'action mécanique décrite précédemment, mais sans relais.

L'encrage dans ce système s'effectue au moyen d'une bande de velours

1. Voir mon *Traité des applications de l'électricité*, t. V.

agissant par l'intermédiaire de son poil comme brosse très-douce et capillaire. Ce moyen permet, suivant l'inventeur, de déposer l'encre très-régulièrement sur la roue des types et avec très-peu de frottement. Cette bande est disposée à l'extrémité d'une petite pompe chargée d'encre et munie d'un piston permettant de régler à volonté la quantité d'encre nécessaire. Ce système, suivant M. Dujardin, permet d'imprimer deux à trois cents dépêches sans renouvellement d'encre.

Quant au mécanisme de permutation des lettres aux chiffres, il s'effectue

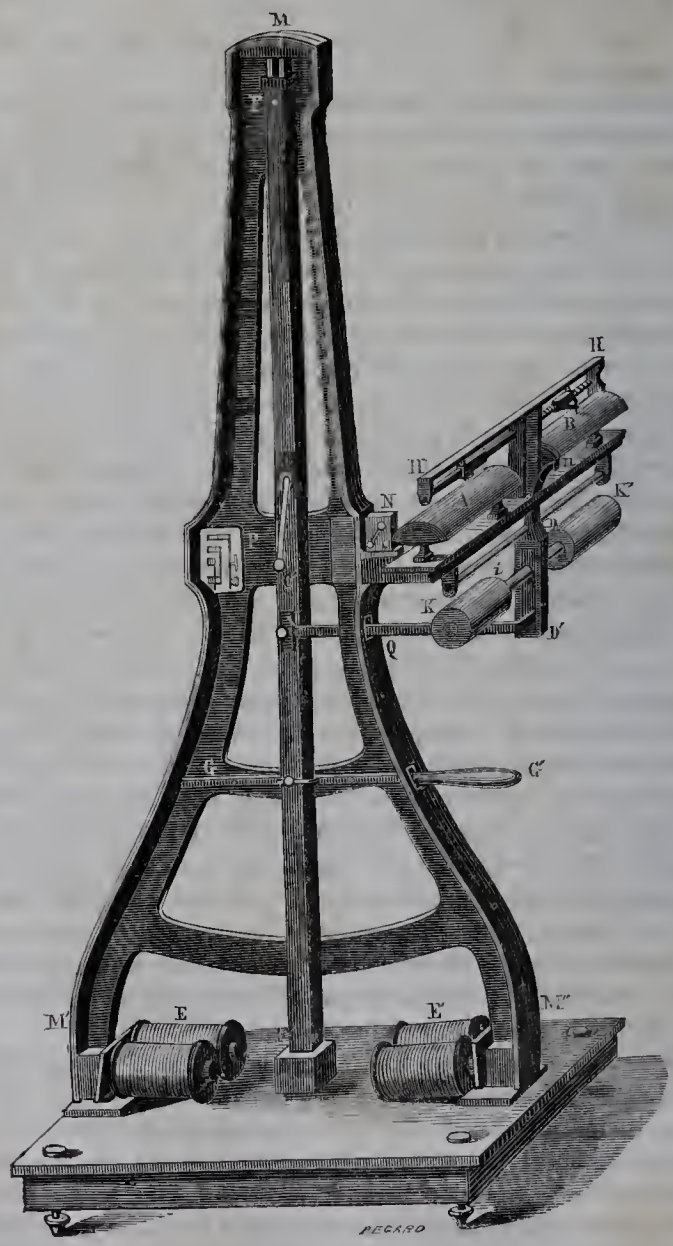


Fig. 5.

dans l'un des appareils au moyen d'une seconde roue des types et du déplacement du papier, comme dans l'appareil de M. Joly, soit au moyen de deux roues croisées l'une dans l'autre et adaptées sur un diamètre commun normal à l'axe

de rotation. Quand la roue des lettres imprime, elle est dans un plan vertical, celle des chiffres dans un plan oblique, et cette obliquité empêche les chiffres de toucher la bande de papier. En touchant au manipulateur le blanc des chiffres, une petite lame de ressort mise en mouvement par le mécanisme imprimeur vient appuyer sur la roue croisée, la fait osciller, et alors la roue des lettres devient oblique pendant que la roue des chiffres prend la position verticale. Cette disposition toute nouvelle produit d'excellents effets.

Le télégraphe de M. Dujardin (celui à clavier) a fonctionné pendant deux ans sur diverses lignes anglaises, entre autres de Londres à Édimbourg (distance, 700 kilomètres), pendant deux hivers, sur une ligne très-mal isolée et alors que les appareils Morse ne pouvaient pas fonctionner. La vitesse de la transmission a pu atteindre quarante mots par minute avec des courants renversés à chaque lettre, jamais interrompus et reçus par un relais sensible. Un changement survenu dans l'administration de la compagnie qui exploitait cette invention ayant désorganisé ce service, cet appareil a dû céder le pas à ceux que préconisait la nouvelle administration, et c'est sans doute là le véritable motif qui a empêché le télégraphe Dujardin de continuer à être employé.

A l'exposition de MM. Digney, nous retrouvons leur premier télégraphe imprimeur à courants renversés, mais qui ne figure là que comme appareil historique ; puis deux autres appareils plus pratiques, dont nous parlerons plus tard, les renseignements ne nous étant pas encore parvenus.

Télégraphes autographiques.

Les télégraphes autographiques, comme nous l'avons déjà dit, ne sont pas d'une date récente, mais c'est M. Caselli qui, après dix années d'un travail persévérant, est arrivé à les perfectionner assez pour les rendre applicables dans les services télégraphiques.

Il serait assez difficile de faire connaître brièvement ces beaux appareils, mais on pourra en avoir une description détaillée dans notre *Traité de télégraphie électrique*. En résumé, ces sortes d'appareils se composent de trois parties différentes :

1° d'un mécanisme moteur,

2° d'un mécanisme enregistreur,

3° d'un mécanisme régulateur du synchronisme.

Dans les modèles exposés par l'abbé Caselli, et qui sont les derniers adoptés, le mécanisme moteur se compose d'un long pendule FF′ (fig. 5), dont la boule est constituée par une lourde masse de fer doux F′ qui oscille entre deux électro-aimants EE′ destinés non-seulement à en entretenir le mouvement, mais encore à en retarder le départ des oscillations quand celles-ci ne s'effectuent pas d'une manière synchrononique dans les deux appareils. C'est à diriger cette dernière action qu'est affecté le mécanisme régulateur du synchronisme dont nous allons parler à l'instant.

Le mécanisme enregistreur est relié au mécanisme moteur, c'est-à-dire au pendule, par deux tiges Q qui s'accrochent sur la tige même du pendule. Ces tiges ont pour effet de faire osciller un système basculant HHD′ qui porte un chariot E (fig. 6 et 7) mobile sur une glissière T et un système d'encliquetage *as* destiné à faire avancer d'une manière saccadée à chaque oscillation une vis sans fin VV′. Une espèce d'écrou *k*, adapté au chariot mobile et appliqué sur cette vis sans fin, fait avancer celui-ci d'une fraction de millimètre à chaque oscillation du système basculant, en sorte qu'un style traçant qui serait placé sur le chariot pourrait décrire dans l'espace une série d'arcs de cercles parallèles, éloignés les

uns des autres d'une quantité déterminée par le rapport du nombre de dents de la roue de l'encliquetage avec la largeur du pas de la vis sans fin.

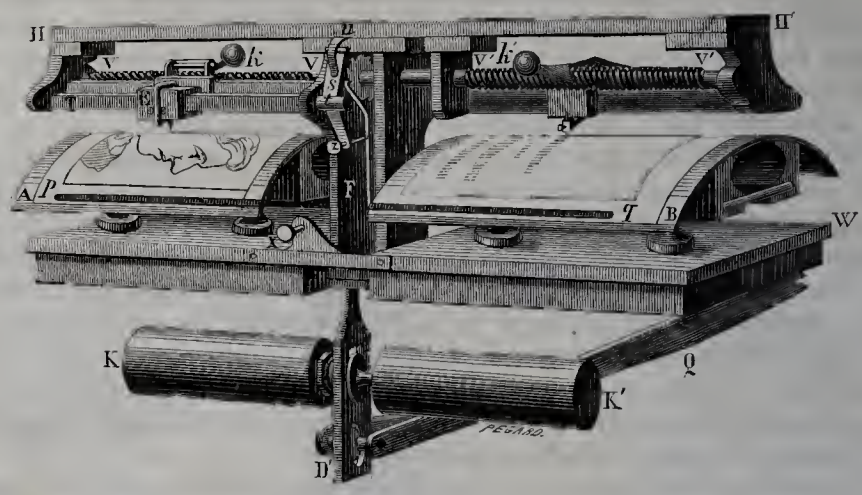


Fig. 6.

Ce style traçant dont nous venons de parler existe bien réellement et consiste dans un fil de fer très-fin *i* qui est guidé par un bec de cuivre *d*. Pour recevoir

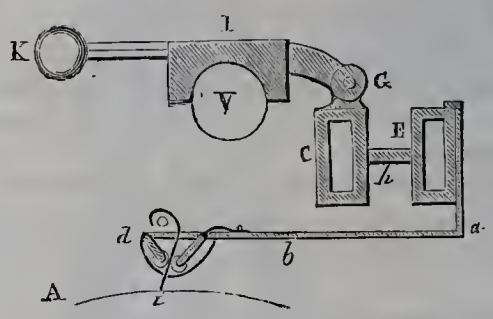


Fig. 7.

les marques circulaires dont il a été question, une plaque cylindrique A, B se trouve adaptée sous le style traçant et occupe tout l'espace libre au-dessous du système basculant. Il va sans dire que cette plaque est fixe et adaptée sur une table à coulisses faisant partie du bâti de l'appareil.

C'est sur cette plaque que se produisent, suivant que l'appareil est expéditeur ou récepteur, les émissions de courant ou les traces laissées sous l'influence de celui-ci. Quand l'appareil est transmetteur, on fixe sur cette espèce de tambour une feuille de papier sur laquelle est collée une feuille métallique, et c'est sur cette feuille qu'est écrite à l'encre la dépêche qu'il s'agit de transmettre. Quand, au contraire, l'appareil est récepteur, on pose sur la plaque une feuille de papier humide, imprégnée d'une solution de cyano-ferrure de potassium et d'azotate d'ammoniaque.

Supposons maintenant qu'aux deux stations en correspondance les appareils soient réglés de manière à avoir une marche tout à fait synchronique, et que l'un soit disposé pour la réception alors que l'autre sera organisé pour la transmission. En raison des mouvements synchroniques, les pointes traçantes dont nous avons parlé parcourent aux deux stations non-seulement les mêmes arcs

de cercle, mais les mêmes parties de ces arcs aux mêmes instants. Il en résulte que, si les pointes traçantes et les feuilles appliquées sur les tambours des appareils enregistreurs sont mises en rapport avec le circuit de ligne, il se détermine, à mesure que la pointe du transmetteur passe au travers de l'écriture, une série d'ouvertures de courant qui correspondent aux points occupés par l'encre et qui peuvent réagir électro-chimiquement sur le papier préparé, placé sur le tambour du récepteur, et cela par l'intermédiaire de la pointe de fer qui y frotte.

Si cette réaction était simple comme celle que nous venons d'exposer, toutes les parties du papier préparé, correspondantes aux parties métalliques de la dépêche transmise, seraient occupées par des séries de lignes bleues, au milieu desquelles les interruptions du courant déterminées par les traces encrées produiraient en blanc le fac-simile de la dépêche, car, sous l'influence du courant, le cyanoferrure de potassium dont est imprégné le papier humide se combine au fer de la pointe traçante et forme du bleu de Prusse. C'était ainsi qu'on obtenait les dépêches dans le premier système imaginé par M. Backwell, mais, comme les traces bleues en s'étalant peuvent boucher les traces blanches reproduisant l'écriture, surtout quand celle-ci est un peu fine, M. Caselli a imaginé une combinaison de courants qui réalise l'effet diamétralement opposé. Cette combinaison consiste à établir le transmetteur non plus sur le fil de ligne à sa liaison avec la pile au pôle positif, mais sur une dérivation établie entre le fil de ligne et le pôle zinc. Il résulte en effet de là que, quand le transmetteur fournit une interruption de circuit, le courant est conduit directement et intégralement à travers la ligne, tandis que, quand le contraire a lieu, il s'établit un circuit local dérivé de très-faible résistance, par lequel passe le courant en presque totalité, puisqu'il présente infiniment moins de résistance que le circuit de ligne.

Le mécanisme pour régler le synchronisme consiste dans un simple mouvement d'horlogerie, réglé à chaque station par un pendule et qui réagit sur un rhéotome mis en rapport avec le circuit de ligne avant chaque oscillation des pendules moteurs, et en même temps avec les électro-aimants destinés à régler les temps d'arrêt et de départ de ces derniers. De cette manière, le mouvement de ces pendules moteurs est rendu complétement solidaire de celui des chronomètres régulateurs, et, comme ceux-ci peuvent avoir leur marche synchronique parfaitement réglée, les appareils télégraphiques se trouvent dans des conditions de synchronisme suffisantes.

Il faudrait consacrer un long article à ces sortes d'appareils pour les faire connaître complétement, mais comme nous ne pouvons leur consacrer que quelques lignes, nous renverrons le lecteur à notre *Traité de télégraphie électrique*.

Le télégraphe Caselli fonctionne aujourd'hui sur la ligne de Paris à Lyon. Les résultats en ont toujours été très-satisfaisants, mais comme les dépêches ainsi reproduites sont plus chères que les dépêches ordinaires et qu'il transmet un peu lentement, il est moins employé que le télégraphe Hughes. Cette lenteur, toutefois est surtout due au temps perdu par les espaces blancs et les interlignes, car avec une écriture très-serrée et très-compacte on peut arriver à transmettre une dépêche un peu longue ou une série de dépêches aussi vite, si ce n'est plus, qu'avec les systèmes télégraphiques imprimeurs.

Plusieurs inventeurs ont cherché à perfectionner le télégraphe Caselli, soit en le rendant plus expéditif en faisant reproduire d'un seul coup la dépêche au moyen de cinq styles traçants et d'une écriture typographiée en caractères d'imprimerie, soit en le rendant moins encombrant et plus simple de manipulation,

en remplaçant l'action chimique par une action électro-magnétique et en employant pour le synchronisme l'effet de correction qui avait si bien réussi dans les télégraphes Hughes. Le premier de ces systèmes avait été imaginé par M. Bonelli et avait figuré à l'exposition de Londres de 1862. Nous ignorons pourquoi cette invention, qui avait été appliquée sur une ligne anglaise n'est pas représentée, cette année, à l'exposition italienne. Le second système, imaginé par M. Lenoir, attire tous les jours à l'exposition française l'attention des visiteurs par les résultats prompts et remarquables qu'il fournit.

Comme disposition, le système de M. Lenoir ne présente rien de bien réellement nouveau; il y a déjà longtemps, on avait eu l'idée de remplacer l'action électro-chimique par une action électro-magnétique, et le télégraphe que M. de Lucy avait présenté, il y a 9 ans, au Cercle de la presse scientifique était fondé sur ce principe. Seulement, la question délicate du problème, la question du synchronisme, avait été éludée par cet inventeur, et, par cela même, son invention est restée stérile [1]. D'un autre côté, les machines à graver de M. Gaiffe sont également disposées d'après le même principe. Ce qu'il y a donc de nouveau dans l'invention de M. Lenoir, c'est la manière dont il réalise le synchronisme de marche de ses appareils qui peuvent être sans inconvénient d'une construction grossière, en raison des moyens énergiques qu'il emploie. Pour qu'on puisse se faire une idée de ce système, qu'on imagine aux deux stations en correspondance deux mécanismes d'horlogerie A, A′ (fig. 8, p. suiv.), deux tournebroches, je suppose, dont le mouvement se trouve uniformisé par un volant V, V′, et qui mettent en mouvement de rotation deux cylindres RR′; qu'on imagine appliquées sur l'un de ces volants V′ (celui qui correspond à l'appareil qui transmet) six lames de fer doux *ffff* disposées suivant les rayons du volant; supposons encore que sur l'axe de l'autre volant soit adapté un commutateur circulaire I à six lames (comme dans les électro-moteurs), sur lequel appuient des ressorts *i i′ i″* en rapport avec le circuit de ligne et la pile du poste de réception; enfin, imaginons que deux électro-aimants *ee′* soient placés des deux côtés du premier volant suivant une ligne diamétrale : on comprend facilement, d'après cette disposition, qu'à chaque tour du volant V′ de l'appareil qui reçoit, six fermetures de courant seront produites à travers la ligne, et ces six fermetures pourront animer les électro-aimants *ee′* du volant de l'appareil qui expédie, à des instants plus ou moins rapprochés de ceux pendant lesquels les lames de fer se présenteront devant ces deux électro-aimants diamétraux *ee′*. Il en résultera que, s'il y a avance ou retard de l'un des mécanismes sur l'autre, ces avances ou ces retards seront sans cesse corrigés par l'action électro-magnétique, car celle-ci tendra toujours, à chaque fermeture de courant, à rappeler les lames de fer suivant la ligne axiale des deux électro-aimants.

Pour éviter à ce système de réglage une trop grande besogne, des pendules coniques du système Bain ont été adaptés aux volants, de sorte que l'action électro-magnétique n'a par le fait à régler que des écarts de quelques millimètres au plus.

Il s'agissait maintenant avec cette disposition de transmettre sans nécessiter un nouveau fil à la ligne. Pour cela, M. Lenoir dispose près de l'appareil transmetteur un relais T dont l'armature est tellement réglée qu'elle ne peut fonctionner que sous l'influence d'un courant 1 fois 1/2 plus fort que celui qui doit faire marcher le récepteur. Ce relais est, bien entendu, interposé dans le circuit de ligne, et quand il fonctionne, c'est-à-dire 6 fois par tour des volants, il a pour

1. Voir la description de cet appareil dans mon *Exposé des applications de l'électricité*, tome IV.

effet d'envoyer le courant d'une pile locale *p* à travers les électro-aimants *ee'* du volant de l'appareil transmetteur et de réaliser l'effet que nous avons annoncé plus haut.

Il est facile maintenant de comprendre que quand on envoie un courant de ligne suffisant pour produire les impressions, celui-ci est insuffisant pour faire

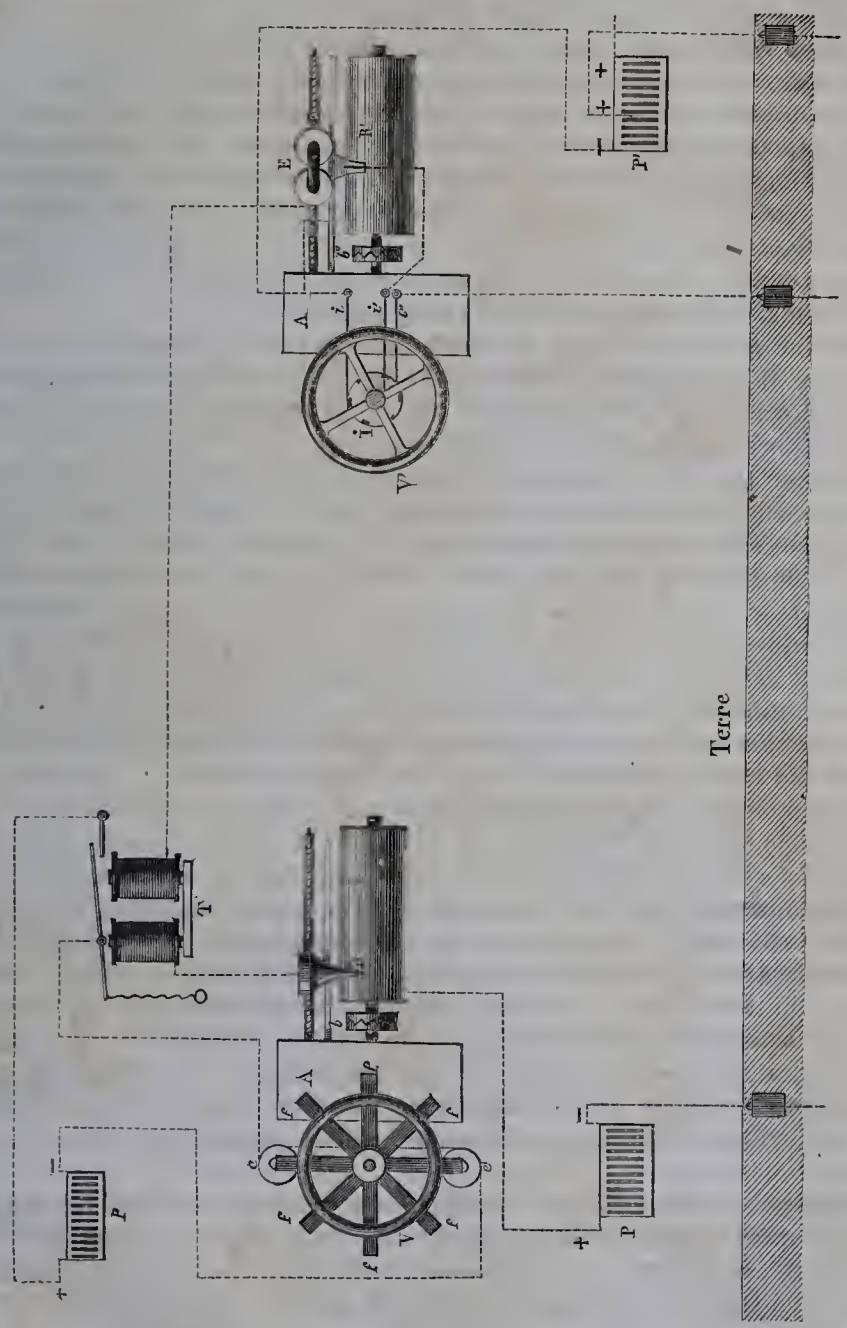


Fig. 8.

marcher le relais de l'appareil qui transmet, et ce n'est que quand la moitié du courant de la pile P' de l'appareil qui reçoit se trouve envoyée sur la ligne par le commutateur du volant correspondant V', que l'action du relais se manifeste, car les deux courants alors se superposent.

Le mécanisme qui détermine les impressions se compose d'un chariot E mobile sur une glissière horizontale et conduit par une vis sans fin. Ce chariot porte un

électro-aimant dont l'armature est munie d'une pointe émoussée qui appuie sur le cylindre R′ dont nous avons parlé lequel est mis en mouvement par le mécanisme d'horlogerie A′. Comme la vis sans fin du chariot est elle-même mise en mouvement par le même mécanisme, la pointe traçante décrit sur la surface du cylindre une hélice serrée qui peut fournir les mêmes effets que les arcs parallèles décrits par les styles de l'appareil Caselli.

Le mode d'impression adopté par M. Lenoir est plus pratique que ceux du même genre qui avaient été jusque-là proposés. Le cylindre récepteur R′, en effet, est disposé comme un rouleau d'imprimeur lithographe, et se trouve, au moment de chaque impression, imprégné d'encre grasse. Une feuille de papier à calquer enveloppe ensuite ce cylindre, et c'est sur cette feuille qu'appuie la pointe émoussée de l'armature quand le courant vient à être rompu dans l'électro-aimant E qui la supporte. De cette manière, l'encre grasse s'attache au papier et fournit l'impression de la dépêche qui peut, du reste, être reportée sur du papier blanc au moyen d'une presse à copier.

La transmission s'effectue de la même manière que l'impression, seulement le rouleau R de l'appareil porte, fixé sur sa surface, le papier métallique sur lequel est écrite la dépêche, et le style traçant est adapté directement au chariot mobile B sans l'intermédiaire d'un électro-aimant.

Comme on le voit, cet appareil est très-ingénieux, et il paraît que les essais qui en ont été faits ont été très-satisfaisants. Pourtant dans la pratique télégraphique deux inconvénients pourraient être à craindre. Le premier serait la conséquence de l'emprunt fait au poste de réception de la force électrique nécessaire pour le jeu du relais. On comprend, en effet, que, sur une ligne télégraphique toujours sujette à des dérivations, ce courant supplémentaire peut fournir un courant continu d'autant plus dangereux dans cette occasion que son action nuisible s'opérerait près de la pile. Or, il devrait en résulter naturellement que l'armature de l'électro-aimant imprimeur resterait toujours attirée.

Le second inconvénient est celui qui est inhérent à tous les systèmes dans lesquels on emploie des courants différentiels. Il arrive, en effet, avec de pareils systèmes que telle force électrique qui convient à un moment donné pour fournir un effet calculé ne suffit pas ou est trop forte dans un autre moment pour produire le même effet, et si l'on considère qu'en temps de pluie et de brouillards les variations de résistance des lignes télégraphiques sont continuelles et se manifestent dans de grandes proportions, on pourrait avoir à craindre que les fonctions du relais régulateur du synchronisme fussent considérablement troublées et même quelquefois paralysées. L'expérience prolongée de cet appareil pourra du reste seule démontrer ce que ces craintes ont de fondé, et nous faisons des vœux pour qu'elles soient exagérées, car ce système, outre sa simplicité, est très-expéditif. On peut du reste, nous le croyons, obvier à ces inconvénients.

M. Hughes a voulu utiliser le synchronisme produit d'une manière si ingénieuse dans ses appareils, à la transmission de l'écriture; il lui a suffi pour cela d'adapter à ses télégraphes imprimeurs un dispositif d'enregistration électrochimique analogue à celui que nous venons de décrire, et tel, du reste, que l'avait établi M. Backwell dans ses premiers appareils, pour résoudre le même problème. Les résultats qu'il a obtenus ont été réellement merveilleux, tant pour la beauté des impressions produites que pour leur netteté. Seulement ayant dû tomber dans le système de M. Caselli pour l'impression en noir des signaux, il n'a pas donné suite à ses essais.

Pour terminer avec les télégraphes électriques proprement dits, nous rappellerons en quelques mots les appareils exposés par l'Administration des télé-

graphes français, qui forment comme une galerie historique des progrès de cet art.

Nous voyons d'abord un modèle en petit du télégraphe Chappe, à signaux aériens, qui a été longtemps l'objet de l'admiration du monde. Le vocabulaire de cette télégraphie se trouve exposé à côté. Nous voyons ensuite le modèle des premiers télégraphes électriques français à ailettes qui reproduisaient les signaux du télégraphe aérien et qui avaient été combinés par MM. Foy et Bréguet. Ce même système perfectionné par M. Pouget-Maisonneuve et construit par M. Loiseau, se voit à côté.

Nous trouvons ensuite le premier modèle de télégraphe Morse, importé en France et mis en pratique alors dans le duché de Bade; puis le télégraphe à cadran de Bréguet (le même que celui des chemins de fer); puis le télégraphe magnéto-électrique de M. Wheatstone, utilisé pour la télégraphie domestique à Londres; puis le télégraphe électro-chimique de M. Pouget perfectionné par M. Mouilleron; puis le modèle de télégraphe Morse combiné par M. Mouilleron, et qui a servi de point de départ à tous ceux qui ont été faits depuis.

Comme point de comparaison avec ce dernier, l'Administration a exposé les modèles fournis primitivement par MM. Laumain et Briquet.

Enfin, nous trouvons le système de télégraphe écrivant, construit par M. Froment, avec des signaux en forme de jambages; les systèmes Morse à molette, construits par MM. Digney, avec ou sans relais; un modèle du même système, exécuté en aluminium pour la guerre; le télégraphe imprimeur de d'Arlincourt; celui de Hughes; le télégraphe Caselli, et le télégraphe à signaux solaires, de M. Le Seurre.

Nous parlerons plus tard des accessoires télégraphiques exposés par l'administration; nous ajouterons toutefois que celle-ci a encore exposé les différents systèmes de montage de postes adoptés par elle, et plusieurs cartes du réseau télégraphique français qui sont très-bien faites.

Télégraphe transatlantique.

La haute récompense accordée par le jury de l'Exposition de 1867 à M. Cyrus Field pour la fabrication du câble transatlantique, et la présence de l'appareil de M. Thomson à l'exposition de MM. Eliott frères, nous conduisent naturellement à parler de l'installation télégraphique du câble transatlantique, aussi remarquable par sa simplicité que par sa nouveauté.

Pour que l'on puisse s'en faire une idée bien précise, il importe que nous rappelions au lecteur que, par suite de la réaction inductrice exercée par les courants transmis à travers les câbles immergés, la vitesse de transmission de ceux-ci se trouve diminuée dans un rapport très-considérable, et qu'il se produit en même temps des effets secondaires qui sont la conséquence de la transformation du câble entier en un vaste condensateur, lequel doit par conséquent se comporter comme une bouteille de Leyde alternativement chargée et déchargée.

Dans les transmissions télégraphiques à travers les câbles sous-marins de très-grande longueur, ce n'est pas tant de la force électrique destinée à réagir sur les appareils dont on a à se préoccuper que des moyens de diminuer la lenteur de la charge et surtout de la décharge des câbles, lenteur due, comme on l'a vu, à l'induction qu'ils exercent. Or, pour comprendre comment on peut obtenir sous ce dernier rapport des résultats satisfaisants, il faut considérer que cette lenteur tient à ce que, l'induction s'effectuant pendant les premiers moments de la transmission des courants, ceux-ci ne peuvent atteindre leur maxi-

mum d'intensité qu'après que cette induction s'est entièrement effectuée; et, comme la décharge se produit sous l'influence d'une force dont la tension est sans cesse décroissante, la remise du câble à l'état neutre, c'est-à-dire dans les conditions nécessaires à une nouvelle transmission, devient extrêmement longue.

Quelques éclaircissements sont ici nécessaires, car il importe de distinguer le cas où la ligne est mise seulement en rapport avec le sol par une de ses extrémités, et celui où elle communique avec la terre par ses deux bouts à la fois.

Lorsque la ligne est en rapport avec le sol par ses deux extrémités à la fois, ce qui a lieu généralement dans la télégraphie sous-marine, la durée de la charge maxima est à peu près égale à celle de la décharge, parce que si la tension de la source est décroissante dans un cas, alors qu'elle reste constante dans l'autre, en revanche, l'écoulement s'effectuant de deux côtés à la fois au moment de la décharge, diminue la durée de celle-ci à peu près dans le rapport dont cette durée s'accroît par suite de l'affaiblissement de la tension. Mais il n'en est pas ainsi quand la ligne ne communique à la terre que d'un seul côté: alors la durée de la décharge est quatre fois plus longue que celle de la charge.

Toutefois, ces maxima de charge et de décharge sont plutôt théoriques que pratiques, car en réalité ils ne peuvent exister qu'après une durée infiniment grande, et les transmissions télégraphiques s'effectuent toujours sous l'influence d'une fraction plus ou moins grande de ces maxima; il s'agit alors d'examiner ce qui se passe, suivant que l'intensité électrique que l'on emploie est une fraction très-petite ou très-grande de l'intensité maxima.

Dans le câble transatlantique actuel, si on veut employer une force électrique qui soit les $\frac{9}{10}$ de l'intensité maxima, la durée de la charge devra être de 1".8, et la décharge aura à peu près la même durée quand le câble sera en rapport avec le sol par ses deux extrémités; mais si on ne prend qu'un centième de ce maximum, cette durée sera bien différente pour la charge et la décharge; elle sera environ $\frac{2}{10}$ de seconde dans le premier cas, tandis qu'elle pourra atteindre plusieurs minutes pour la décharge. Cela se comprend d'ailleurs facilement, si l'on considère que dans ce dernier cas la force qui est alors fournie par la pile est loin de correspondre à toute la puissance de celle-ci, de sorte que la charge s'effectue sous l'influence d'une tension croissante, tandis que la décharge reste dans les conditions ordinaires.

Pour obtenir plus de célérité dans la transmission des signaux à travers les câbles sous-marins d'une longueur aussi grande que celle du câble transatlantique, il fallait donc chercher si, en n'utilisant qu'une fraction très-petite des maxima de charge, on ne pourrait pas obtenir par une disposition particulière une réduction considérable de la durée de la décharge, quitte à rendre d'ailleurs les appareils plus sensibles. Or, c'est ce problème qu'a résolu de la manière la plus ingénieuse M. Varley, en introduisant dans le circuit à l'une des stations seulement un énorme condensateur.

Ce condensateur, qui présente une surface de 40 mille pieds carrés, est interposé directement dans le circuit à Valentia (Irlande), au point où le câble est relié aux appareils télégraphiques. Il constitue donc entre ces appareils et la ligne une solution de continuité, et ce n'est que sous l'influence des flux électriques repoussés dans ce condensateur que les appareils fonctionnent. Comme on le comprend aisément, l'intensité du courant ainsi produit, qui n'est du reste par lui-même que momentané, puisque, après avoir chargé le câble, il se trouve réduit à l'état statique, l'intensité de ce courant, dis-je, est bien faible en comparaison de celle du courant direct, et même d'autant plus faible qu'on ne lui emprunte qu'une fraction de la charge entière qu'il peut fournir; mais la charge et la décharge peuvent alors s'effectuer rapidement sans réaction secondaire, ce qui

est l'important dans la question de la télégraphie sous-marine. Cette augmentation de vitesse des transmissions électriques avec cette disposition tient à deux causes : d'abord à ce qu'en ne prenant qu'une très-petite fraction de l'intensité maxima (et, dans le cas qui nous occupe, cette fraction n'est que $\frac{1}{200}$ de cette intensité maxima), la durée de propagation est très-petite (un dixième et demi de seconde [1]); en second lieu, parce que l'électricité, accumulée sur le condensateur du côté du câble, venant à être libre par suite des communications à la terre des deux extrémités du circuit au moment des interruptions, se trouve en grande partie *absorbée* ou *neutralisée* par le flux repoussé qui n'a pas eu le temps de s'écouler à l'extrémité du câble et qui, dans les transmissions ordinaires, existe toujours sur celui-ci avec une intensité dans le rapport de 98 pour 100 de sa force initiale. De cette manière, les décharges deviennent pour ainsi dire instantanées.

Il résulte de la réaction que nous venons d'étudier qu'un flux correspondant à $\frac{2}{100}$ du flux repoussé a pu réagir à l'état dynamique sur le récepteur, mais celui-ci est tellement sensible que ce minime courant suffit pour fournir des indications parfaitement distinctes avec une pile de 10 éléments Daniell seulement. Quant aux $\frac{2}{100}$ de l'électricité condensée qui n'a pas été neutralisée au moment des interruptions, elle pourrait réagir sur le récepteur comme courant de retour, en fournissant une déviation en sens contraire ; mais outre que cette déviation ne pourrait être que très-minime en raison du peu de tension que cette fraction du courant possède par suite de l'absorption qui s'est manifestée, une partie de l'électricité condensée qui lui donne naissance se dérive à l'autre extrémité de la ligne par la communication, il est vrai, très-résistante, qui relie le câble à la terre du côté du condensateur. Du reste, quand les transmissions sont rapides, le petit courant de décharge dont nous parlons, loin de nuire, s'ajoute au courant qui succède, lequel étant toujours de sens contraire à celui primitivement envoyé, est dans le même sens que lui.

Nous avons dit que, par suite de l'interposition du condensateur, les réactions secondaires dues à la condensation à travers le câble étaient évitées. Il doit en effet en être ainsi; car, par suite de la neutralisation de l'électricité accumulée au condensateur, qui est du reste la même que celle qui a fourni l'induction à travers l'enveloppe isolante du câble, la condensation développée par celle-ci se trouve annihilée.

Pour télégraphier avec un courant de charge aussi faible que celui dont nous avons parlé, il fallait nécessairement un appareil infiniment plus sensible que ceux dont on se sert ordinairement pour la télégraphie. Aussi est-ce au galvanomètre de M. Thomson (fig. 9) qu'on a eu recours.

Cet appareil, modifié du reste par M. Varley, consiste dans un galvanomètre à long fil AB (24 kilomètres de Res) dont le cadre est circulaire [2], et au centre duquel est suspendu un petit miroir lenticulaire *ab* [3] extrêmement léger, muni

1. On pourrait se demander si les durées de charge et de décharge sont par suite de l'interposition du condensateur plus grandes ou moins grandes qu'avec les circuits ordinaires ; mais il suffira de réfléchir un peu sur la question pour être assuré que ces durées doivent être plus grandes dans le premier cas, car aux retards occasionnés par l'induction latérale sur le parcours du câble, qui restent les mêmes, s'ajoutent ceux nécessités par la charge du condensateur.

2. Le fil de ce galvanomètre au lieu d'avoir une même section, est composé de fils de grosseurs différentes, allant en grossissant du centre à la circonférence.

3. Ce miroir imaginé par M. Varley, consiste dans une lentille dont le foyer est de deux pieds et demi, et qui est argentée d'un côté.

d'un petit barreau aimanté. Ce miroir avec le barreau ne pèse pas plus de 1 décigramme. Au-dessous de ce galvanomètre, et disposé de manière à l'encadrer en quelque sorte, se trouve adapté un aimant en fer à cheval NS qui sert à donner au miroir une orientation déterminée. Une flamme R placée à 1 pied 1/2 du miroir, et un écran PQ placé à 8 pieds permettent d'accuser par des projections

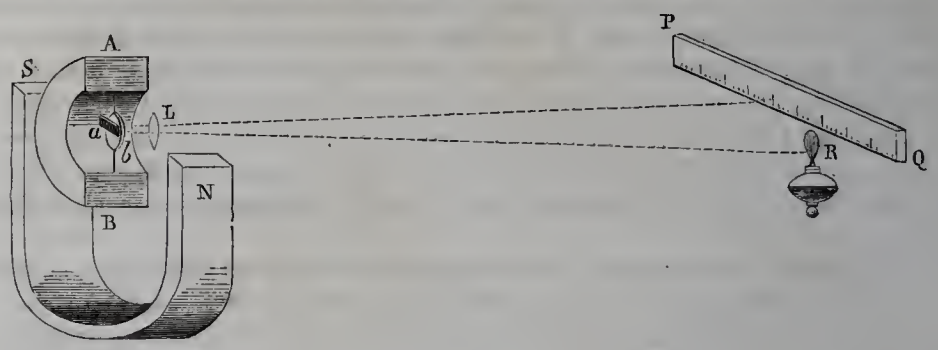


Fig. 9.

lumineuses, comme dans la balance de Weber, les moindres déplacements du miroir. Nous ajouterons toutefois que l'écran, dans le cas qui nous occupe, se compose d'une large règle de bois recouverte de papier blanc sur laquelle est placée une ligne de repère, et se trouve fixé en avant d'un écran peint en noir. Quand le galvanomètre ne fonctionne pas, la projection de la flamme se trouve placée sur la ligne de repère de la règle; mais quand il bouge, cette image se déplace, soit à droite, soit à gauche, suivant le sens du courant.

Dans le système adopté sur la ligne transatlantique, les mouvements à droite de l'image représentent les points de l'alphabet Morse, et les mouvements à gauche les traits. On peut donc de cette manière télégraphier comme avec les appareils Morse.

Comme les flammes sont très-vacillantes et que la perception prolongée de ces images vacillantes fatigue beaucoup la vue, M. Varley enveloppe la flamme R dans un étui sur lequel il a ménagé une fente, et cette fente est disposée de manière à ne laisser passer que la partie lumineuse de la flamme qui est tranquille. De cette manière, les images projetées ne font que des carrés lumineux allongés de 3/4 de pouce de longueur.

Voici maintenant comment est disposé le poste de Valentia (fig. 10).

E est le câble transatlantique; D le condensateur; A un commutateur pour mettre le câble en rapport avec le manipulateur B, ou le récepteur G ; P est la pile de ligne qui se compose, comme on l'a vu, de 10 éléments Daniell seulement; T est la terre; R une résistance très considérable introduite dans une dérivation du circuit à la terre pour la décharge du câble par les deux bouts.

Nous avons déjà décrit le récepteur G, qui n'est autre que le galvanomètre de Thomson ; il nous reste maintenant à parler du manipulateur B et du condensateur D.

Le manipulateur B consiste dans deux touches *a* et *b* adaptées à deux lames de ressort mises en rapport, l'une avec le commutateur A, l'autre avec le sol. Deux lames rigides Z et C, placées au-dessus et au-dessous de ces ressorts, sont reliées aux deux pôles de la pile P, et complètent l'appareil qui n'est autre, comme on le voit, qu'un inverseur à touches.

Le condensateur n'est autre chose qu'une pile de feuilles d'étain séparées par des feuilles de papier préparé d'une certaine manière par M. Varley, et qui développent, comme nous l'avons déjà vu, une surface condensante de 40 mille

pieds carrés. Cette pile de feuilles constitue un bloc de 2 pieds de largeur sur 3 de hauteur et 5 pouces d'épaisseur, lequel est placé dans une caisse et complétement noyé dans de la paraffine solide remplissant toute la caisse.

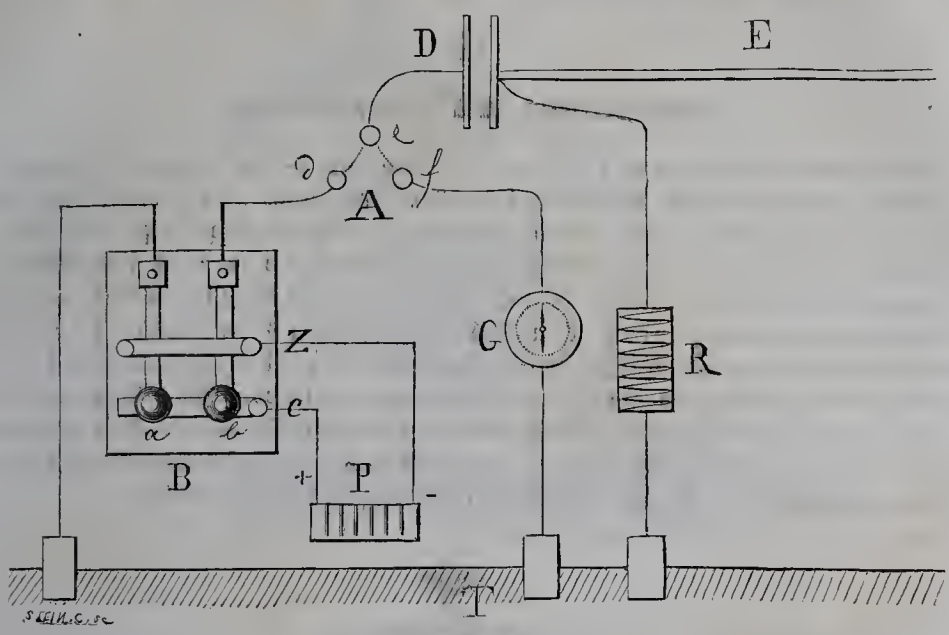


Fig. 10.

Voici maintenant comment ces appareils fonctionnent :

Quand on veut transmettre, le commutateur A est disposé de manière à réunir les contacts *d* et *e*; alors, suivant qu'on appuie sur la touche *a* ou *b*, le courant de la pile P est transmis au condensateur D, soit positivement, soit négativement; celui-ci, en se chargeant, a pour effet de condenser sur l'armature en rapport avec le câble, de l'électricité contraire à celle qui est transmise par le manipulateur et de repousser à travers le câble un flux électrique de même signe que le flux de la source. Ce flux passe à travers le récepteur et fournit le signal qui s'y rapporte. Mais comme ce courant met un temps appréciable à produire ces effets, l'employé doit avoir soin de maintenir la touche abaissée pendant $\frac{2}{10}$ de seconde au moins. Aussitôt que cette touche est relevée, le condensateur écoule en terre sa charge, du côté de la station qui transmet par l'intermédiaire du manipulateur, et du côté de la station qui reçoit par l'intermédiaire du câble. Mais là, cette charge rencontre la partie de la charge repoussée qui ne s'est pas encore écoulée et la neutralise en grande partie, ce qui accélère, comme on l'a vu, la transmission.

Quand, au contraire, on veut recevoir, le commutateur A est disposé de manière à réunir les contacts *e* et *f*; il en résulte qu'au moment des émissions de courant effectuées à la station correspondante, le condensateur D se trouve de nouveau chargé, et l'électricité repoussée en s'écoulant en terre à travers le récepteur G fournit les indications voulues. Toutefois, pour écouler plus vite l'électricité chargeant alors le condensateur du côté du câble, une dérivation passant à travers la résistance R qu'on a faite énorme pour ne pas diminuer par trop l'action directe sur le condensateur, a été établie entre le câble et la terre, de sorte qu'au moment des ouvertures du circuit, le câble peut se décharger par les deux bouts.

La vitesse de transmission sur la ligne transatlantique est en moyenne de 7 à

8 mots par minute, ce qui revient à une transmission de 20 dépêches à l'heure en n'admettant pas d'arrêt ni de temps perdu; c'est à peu près, comme on le voit, la vitesse du Morse ordinaire.

II

ACCESSOIRES TÉLÉGRAPHIQUES.

Sonneries télégraphiques et rappels des bureaux. — Les sonneries télégraphiques, aujourd'hui en usage sur les différentes lignes de l'Europe, sont de quatre sortes : 1° les sonneries à mouvement d'horlogerie, dans lesquelles l'électricité n'intervient que pour mettre l'appareil en marche par suite d'un déclanchement ; 2° les sonneries à trembleur, dans lesquelles l'électricité fait tous les frais du mouvement par l'effet d'un rhéotome vibrant; 3° les sonneries à trembleur et à mouvement continu, dans lesquelles le courant de ligne ne réagit que pour produire un déclanchement qui les place dans les conditions des sonneries précédentes, c'est-à-dire de manière à fonctionner sous l'influence d'un courant électrique local; 4° les sonneries à coups isolés, qui peuvent être disposées de différentes manières suivant l'intensité du bruit qu'on veut obtenir.

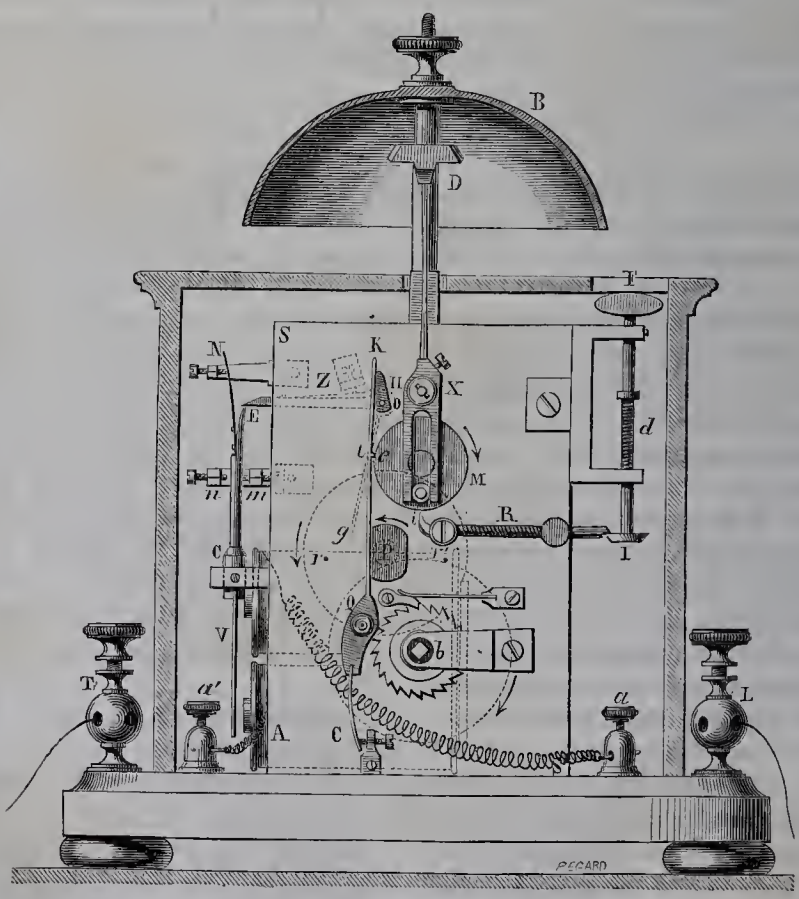


Fig. 11.

La figure 11 ci-dessus représente la sonnerie à mouvement d'horlogerie de Breguet, la figure 12, la sonnerie à trembleur, et la figure 13, la sonnerie trembleuse à mouvement continu.

On retrouve dans les diverses expositions des constructeurs d'appareils télégraphiques, et surtout dans l'exposition de l'administration française, des spécimens

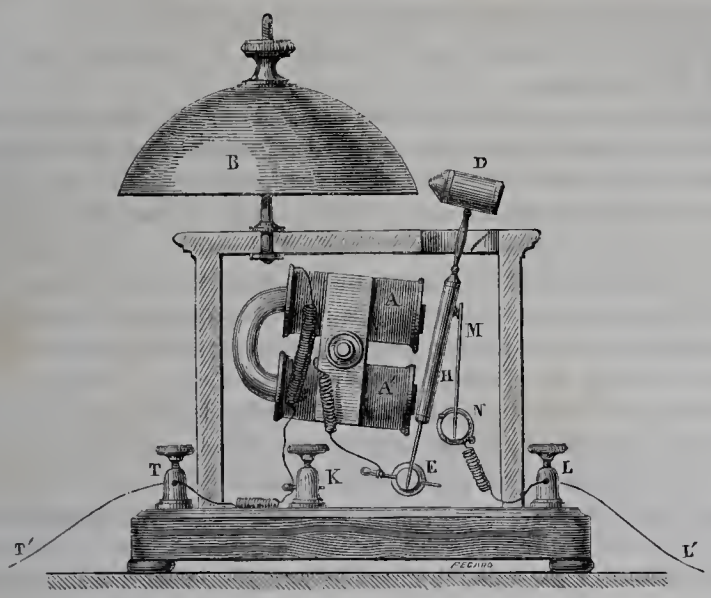


Fig. 12.

de ces différents genres de sonneries; toutefois, plusieurs d'entre elles ont une disposition particulière que nous devons signaler.

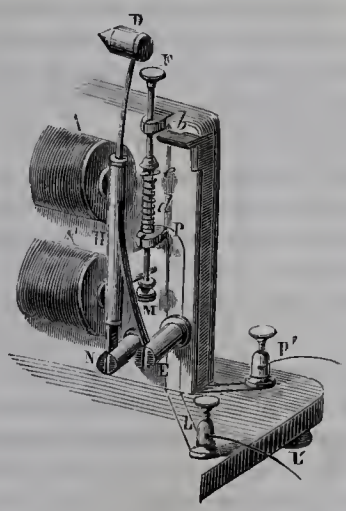


Fig. 13.

Ainsi à l'exposition de M. Bréguet, nous voyons deux systèmes de sonneries appartenant à la première et à la troisième des classes précédentes, qui ont un dispositif au moyen duquel la station qui appelle peut être assurée de l'arrivée de son appel par une réponse automatique faite par la sonnerie elle-même. Ce dispositif consiste à faire réagir le levier de déclanchement de la sonnerie sur un contact qui, en fermant un courant de ligne à travers une sonnerie à coups isolés placée au poste expéditeur, met celle-ci en mouvement aussitôt qu'elle-même est déclanchée. De plus, afin qu'on puisse savoir si c'est bien la sonnerie du poste appelé qui fonctionne, des chevilles en nombre convenable pour dési-

gner le numéro de la station sont placées sur une des roues du mécanisme d'horlogerie et fournissent un nombre déterminé de contacts électriques qui se traduisent par autant de coups isolés au poste expéditeur.

Ce dispositif a été imaginé par M. Bernier et est appliqué sur la ligne du chemin de fer d'Orléans.

Nous remarquons encore à la même exposition de M. Bréguet une sonnerie à coups isolés qui peut fournir un appel très-énergique et qui fonctionne sans mécanisme d'horlogerie. Ce système consiste dans un vibrateur de sonnerie trembleuse ordinaire à mouvement continu, dont l'armature réagit au moyen d'un cliquet à ressort sur une grande roue à rochet à dents fines et serrées qu'elle fait tourner. Cette roue porte sur son axe une double came en forme de limaçon qui, en appuyant sur une bascule à l'extrémité de laquelle se trouve placé le marteau de la sonnerie, peut soulever celui-ci, deux fois par tour de roue, d'une quantité aussi considérable qu'il'on veut. Or, celui-ci, en tombant d'une hauteur aussi grande, peut fournir un coup très-sonore. Pour que l'appareil ne marche pas indéfiniment, le rhéotome déclancheur du circuit local est disposé à portée de la roue à rochet dont il vient d'être question, de manière à être soulevé par elle après un tour entier et ramené dans sa position initiale ou de repos.

Cette disposition a été aussi appliquée aux sonneries à mouvement d'horlogerie.

Les sonneries à coups isolés ne sont guère employées que pour le service des chemins de fer; pourtant elles sont nombreuses cette année à l'Exposition. Ainsi, en dehors du système que nous venons de décrire, on en trouve deux à l'exposition de M. Siemens dont l'une fonctionne sous l'influence d'une nouvelle machine magnéto-électrique sans aimant, dont nous parlerons plus tard; une autre se voit encore à l'exposition de M. Léopolder, de Vienne; une autre à l'exposition de M. Drivers; une autre à l'exposition de M. Stanislas Fournier (États-Unis). Dans presque tous ces systèmes, l'électricité n'intervient que comme organe déclancheur de forts mécanismes d'horlogerie.

Pour terminer avec les sonneries, nous devrons encore mentionner un modèle particulier exposé par M. Siemens, dans lequel le timbre est mobile, et un autre modèle exposé par M. de Vos, auquel se trouvent adjoints le galvanomètre et le parafoudre du poste (ancien modèle Lippens).

Comme complément des sonneries, on a imaginé certains appareils désignés sous le nom de *rappels des bureaux*, qui sont destinés, sur les lignes omnibus, c'est-à-dire sur les lignes desservant plusieurs postes, à fournir automatiquement les appels à ceux de ces postes qui doivent entrer en correspondance, sans déranger pour cela tous les autres. Ces systèmes, comme on le comprend aisément, sont surtout utiles pour les services de nuit; toutefois, comme ils sont un peu compliqués, ils n'ont guère été jusqu'ici mis en pratique, et on n'en retrouve à l'Exposition qu'un seul modèle qui figure dans la vitrine de l'administration française, sous le nom de système Colombet. Nous ne connaissons pas assez cet appareil pour pouvoir en parler, mais il doit être fondé sur le même principe que ceux de MM. Queval, Lamothe, Bablon, Bellanger, Moulinot, Calaud, etc., que nous avons décrits dans notre *Traité de télégraphie* et notre *Exposé des applications de l'électricité* (tome V).

Quand il n'y a que deux bureaux desservis par une ligne, le problème à résoudre est très-simple, car il suffit pour cela de faire fonctionner un simple relais à armature aimantée, placé à chacune des deux stations et à travers lequel le courant passe dans une direction différente à chaque station. De cette manière, quand le courant sera positif, ce sera, je suppose, la station A qui sera appelée;

mais quand le courant sera négatif, ce sera la station B; car les deux appareils ne peuvent fonctionner que sous deux actions différentes.

En principe, cet appareil est, comme on le voit, extrêmement simple ; mais dans l'application il n'en est plus de même, car les armatures aimantées se désaimantent fréquemment, et il faut, pour avoir un appareil sur lequel on puisse compter, que les armatures ne soient magnétisées que par influence ou directement par le courant; on a proposé une foule de modèles pour satisfaire à ces conditions. Les plus ingénieux sont ceux de M. de Lafollye, de M. Bardonnault et d'un inventeur dont le nom m'échappe, lequel a imaginé une combinaison sinon très-simple, du moins très-ingénieuse. Ce dernier appareil consiste dans un électro-aimant droit interposé dans le circuit de la ligne et dont le noyau magnétique porte, articulée en bascule, une armature cylindrique de fer doux dont les extrémités sont en regard des pôles d'un second électro-aimant à deux branches.

En face du second pôle du premier électro-aimant, du côté par conséquent opposé à l'armature articulée, se trouve une petite armature agissant sur un contact de pile locale dont le courant doit animer le deuxième électro-aimant. Enfin l'armature articulée de ce dernier réagit également sur un contact en rapport avec la sonnerie d'appel ou l'appareil télégraphique lui-même. On comprend, d'après ce dispositif, ce qui se passe quand à la station de départ on envoie des courants positifs ou négatifs.

Au moment du passage du courant de ligne à travers l'électro-aimant droit, l'armature articulée au noyau magnétique de celui-ci prend une polarité nord ou sud, suivant le sens de ce courant, et en même temps l'autre armature établit le contact qui doit faire circuler le courant local à travers l'électro-aimant à deux branches; sous cette influence, l'armature articulée et polarisée s'incline d'un côté ou de l'autre, suivant sa polarité, et ne peut ainsi fournir l'appel que pour un sens déterminé du courant à travers l'électro-aimant droit.

Ce système présente plusieurs avantages : d'abord les effets si nuisibles du magnétisme remanent se trouvent en grande partie conjurés avec cette disposition, car les électro-aimants droits en ont très-peu; d'un autre côté, on profite de toute la puissance de ceux-ci, car leur magnétisme polaire, dans le cas qui nous occupe, est surexcité par l'armature de fer doux qui joue le rôle d'une masse de fer adaptée à l'un des pôles. Enfin, le courant local qui anime le deuxième électro-aimant n'est fermé qu'au moment même où celui-ci doit fonctionner.

A l'exposition de M. de Vos, on trouve un petit appareil destiné à remplir le même but que ceux dont nous parlons; il est décrit ainsi dans le catalogue : Boussole à sonnerie à courants renversés pour le rappel dans le circuit des petits bureaux.

Relais. — La plupart des relais qu'on remarque dans les différentes expositions sont des relais translateurs qui n'ont rien de particulier quant au principe : la forme et la disposition des pièces varient seules. Nous devons cependant faire remarquer le relais Wanckeback qu'on voit à l'exposition de MM. Digney et qui consiste dans un double électro aimant devant les quatre pôles duquel se meut une armature composée de quatre rayons en fer disposés en branches d'étoile. Il est douteux que le fonctionnement d'une aussi lourde masse soit très-prompt, et nous ne comprenons pas, en vérité, les avantages d'un pareil système pour la télégraphie ordinaire.

L'administration des lignes télégraphiques françaises a exposé aussi les différents modèles de relais employés par elle : ce sont les relais translateurs de

M. Froment et celui de M. Boivin. Ces appareils sont tellement connus que nous nous dispensons d'en parler. Nous en ferons autant des relais très-ordinaires exposés par M. Léopolder, de Vienne, par M. Siemens, M. Digney, M. Bréguet, etc.; nous ferons seulement remarquer le relais parleur de MM. Digney à caisse sonore, qui fait beaucoup de bruit.

Nous signalerons également le relais de M. d'Arlincourt, non à cause de son principe qui n'a rien de nouveau, mais en raison des fonctions assez intéressantes qu'il remplit dans son télégraphe imprimeur.

Dans cet appareil, l'électro-aimant non-seulement est mis en rapport avec la terre et la ligne, mais encore avec le circuit local par une liaison établie entre la vis butoir contre laquelle appuie l'armature au moment des attractions et le fil qui réunit les deux bobines. L'autre vis, qui correspond aux positions de repos de l'armature, est d'ailleurs en rapport avec la terre, alors qu'une troisième vis contre laquelle bute, au moment des attractions, un ressort adapté à l'armature communique au pôle positif de la pile locale. Il résulte de cette disposition que quand le relais fonctionne sous l'influence du courant de ligne du poste expéditeur, le courant local passe par l'une des bobines de l'électro-aimant du relais et réagit sur l'appareil télégraphique, comme si celui-ci était lui-même sur une ligne d'une certaine résistance, ce qui évite les inconvénients du réglage quand l'appareil passe du rôle d'expéditeur au rôle de récepteur; en même temps la décharge de la ligne s'effectue à toutes les interruptions de courant et passe par une période décroissante.

Parafoudres. — Les parafoudres, déstinés à préserver les appareils télégraphiques des décharges électriques atmosphériques, ont été très-variés, mais ceux que la pratique a conservés se rapportent à trois types dont on retrouve des spécimens dans les diverses expositions. Ces trois types sont les parafoudres à pointes, à plaques et à fil préservateur. L'administration des télégraphes français en a exposé six modèles : 1° le modèle adopté jusqu'ici, qui se compose de deux appareils, d'un déchargeur à six pointes mobiles et d'un appareil à fil préservateur; 2° le modèle de Mouilleron, qui réunit les deux systèmes dans le même appareil; 3° les deux modèles du système Bertch, ou plutôt du système de la commission de perfectionnement; 4° le modèle de M. Lamothe. M. Leopolder, de Vienne, en a exposé deux modèles dans les deux systèmes; M. Siemens en a exposé aussi deux modèles; M. Picco, un modèle; MM. Hasler et Escher, deux modèles; M. Hermann, un modèle, et M. de Vos également un modèle.

Les parafoudres à fil préservateur, employés pour la première fois par les Anglais, étaient basés sur ce principe qu'un fil de fer très-fin interposé sur le fil de ligne avant sa jonction avec l'appareil télégraphique ne change rien aux transmissions électriques pour les courants ordinaires des piles, mais que, devenant d'une conductibilité insuffisante pour les fortes décharges, telles que les coups de foudre, il brûle dès le commencement de la décharge, et, par suite, établit une solution de conductibilité infranchissable entre la ligne et l'appareil.

Ce système, n'ayant pas été reconnu suffisant en France, principalement par cette considération que le remède était la conséquence de l'effet produit, on voulut adjoindre à cet appareil un système qui, tout en ouvrant une voie directe à la décharge pour s'écouler en terre, pût cependant empêcher les courants voltaïques de suivre cette voie. On imagina alors les paratonnerres à pointes qu'on interposa dans une dérivation établie entre la ligne et la terre. Avec ces appareils, l'électricité de tension pouvait s'écouler en grande partie par les pointes sans passer par le circuit continu, et le courant voltaïque, ne pouvant vaincre une solution de continuité, restait confiné dans le circuit métallique.

Ces paratonnerres à pointes ont été très-variés dans leur construction, mais l'expérience ayant démontré que les pointes, étant fréquemment foudroyées, laissaient souvent un trop grand espace à franchir à la décharge, on imagina le parafoudre à pointes mobiles dont le type est représenté à l'exposition de l'administration française. Ce parafoudre présente six pointes fixées sur deux montants de cuivre et enchevêtrées l'une dans l'autre, de manière que trois d'entre elles soient opposées de chaque côté aux surfaces des deux montants et à très-petite distance de ceux-ci. Ces pointes se dévissent facilement et peuvent par conséquent être remplacées quand elles se trouvent foudroyées. Inutile de dire que l'un des montants communique à la terre, l'autre avec la ligne.

Quant au système à fil préservateur, il a été disposé sur un appareil spécial, de manière qu'en cas de brûlure du fil, une communication entre la ligne et la terre fût établie automatiquement. Pour obtenir ce résultat, on enroule le fil de fer, qui doit être recouvert de soie, sur un petit cylindre de cuivre dont les extrémités sont isolées au moyen de bagues d'ivoire. Ce cylindre, qui porte vers le milieu un renflement, est introduit dans une douille mise en communication avec le sol, et les deux extrémités du fil sont reliées par des boutons d'attache avec la ligne et le récepteur par l'intermédiaire d'un commutateur. On comprend aisément qu'avec cette disposition, si le fil vient à être fondu par un coup de foudre, la couverture isolante se trouve brûlée et la ligne se trouve mise en contact métallique avec la douille qui communique au sol.

Les parafoudres à plaques, qui sont les plus usités en Allemagne, ont été imaginés par M. Steinheil et successivement perfectionnés par MM. Meismer, Lippens et Siemens. Ils consistent dans deux plaques métalliques séparées l'une de l'autre par une feuille de papier ou toute autre surface isolante et mises en rapport avec la ligne et le sol, comme les appareils à pointes. On comprend facilement qu'avec cette disposition, l'électricité atmosphérique n'a à vaincre pour s'écouler dans le sol que la feuille mince de papier qui sépare les deux plaques, laquelle peut être facilement percée en un grand nombre de points, surtout si la surface des lames métalliques est rugueuse ou présente des aspérités nombreuses. De plus, ces lames, en formant une espèce de condensateur, engagent la décharge à se porter principalement de ce côté. Les parafoudres exposés par MM. Léopolder, de Vienne, Siemens, Hasler et Escher, de Berne, Hermann, de Lisbonne, et de Vos, de Bruxelles, sont des parafoudres de ce genre. Dans celui de M. Léopolder, les plaques ont leur surface intérieure guillochée et vernie, ce qui dispense du papier; la plaque inférieure est assez grande pour comporter la superposition de quatre petites plaques séparées les unes des autres par un intervalle de 2 centimètres. Le parafoudre de M. Siemens a ses plaques cannelées et également vernies. Dans celui de M. Hermann, les plaques sont circulaires et de petite dimension. Dans celui de MM. Hasler et Escher, les plaques sont séparées par une feuille de papier; les plaques supérieures mises en rapport avec la ligne sont au nombre de deux. Celui de M. de Vos est exactement du même genre que ce dernier.

Pour rendre les appareils à fil préservateur plus sensibles, plusieurs inventeurs, à différentes reprises, ont cherché à faire en sorte que sous l'influence d'un simple échauffement le fil préservateur pût établir lui-même, et sans attendre sa fusion, non-seulement la communication de la ligne à la terre, mais encore une communication avec une sonnerie d'alarme pour prévenir les employés du foudroiement du fil. L'un des télégraphes de M. Mouilleron et celui de M. Lamothe, exposés dans les vitrines de l'administration, sont des appareils de ce genre. Le principe sur lequel ils sont fondés est bien simple : qu'on imagine une lame de ressort tirant sur un fil très-fin interposé dans le circuit de ligne

et disposé en face d'un contact correspondant au sol. On comprend aisément que, sous l'influence de l'échauffement du fil qui s'allongera, le contact du ressort avec le fil de terre aura lieu, et ce contact pourra facilement provoquer, d'une part, la communication de la ligne à la terre, et, d'autre part, la fermeture d'un circuit local correspondant à une sonnerie.

L'appareil construit par M. Picco, et qui figure dans l'exposition italienne, est encore un appareil du même genre, qui réunit de plus un paratonnerre à pointe. Celui-ci consiste dans une boule de cuivre mise en relation avec le sol, et qui est enveloppée par un anneau muni de huit vis à pointes. Quant au système à fil préservateur, qui est disposé pour s'adapter à plusieurs lignes, il consiste uniquement dans une bascule de cuivre terminée d'un côté par deux lames de ressort placées entre deux contacts, et qui tend à s'incliner d'un certain côté sous l'effort d'un ressort appuyant sur le bras libre de la bascule. Toutefois, le fil préservateur, qui est relié à cette bascule, s'oppose à cette disposition qui établit le contact avec le sol et force, au contraire, le second ressort de la bascule à toucher le contact du récepteur; mais aussitôt que le fil s'échauffe, la bascule, en venant à sa disposition initiale, établit le contact de la ligne avec le sol.

Les parafoudres à pointes ont été très-variés dans leur disposition. Nous avons décrit celle qui a été adoptée par l'administration française, mais plusieurs constructeurs, prétendant que six pointes ne pouvaient suffire pour écouler une décharge foudroyante, ont disposé ces parafoudres de manière à en présenter un très-grand nombre. C'est ainsi que M. Mouilleron a été conduit à placer, l'un au-dessus de l'autre deux disques entaillés, de manière à présenter, en regard les unes des autres, huit cent pointes pyramidales, ayant la forme de pointes de diamant. En Amérique, on a été plus loin, et l'on a employé à cet usage des cardes à coton dans lesquelles les pointes se comptent par milliers.

Quelques cas d'insuccès ayant appelé l'attention de l'administration française sur ces appareils, la commission de perfectionnement dut entreprendre à cet égard des expériences qui conduisirent aux modèles nouveaux qu'on voit figurer à l'exposition de l'administration sous le nom de parafoudres Bertch.

La première question à éclaircir était de savoir si définitivement la multiplicité des pointes était favorable ou non à la protection fournie par les parafoudres. La persistance de la commission scientifique de l'Institut à patronner les paratonnerres à pointe unique, et, d'un autre côté, les expériences bien démonstratives cependant de M. Perrot sur l'efficacité des paratonnerres à pointes multiples pouvaient certes donner lieu à un doute bien légitime. Des expériences comparatives entre les parafoudres à six pointes et les parafoudres à grand nombre de pointes, y compris les cardes américaines, furent donc établies par M. Hughes, et on put reconnaître que les parafoudres à pointes multiples avaient une supériorité bien marquée. Toutefois, on put constater que ces simples parafoudres ne pouvaient protéger complétement les appareils, et qu'il fallait leur adjoindre les appareils à fil préservateur.

Ces expériences en amenèrent d'autres pour établir les meilleures dispositions à donner à ces derniers appareils, et ces nouvelles expériences entreprises par M. Guillemin conduisirent à des résultats tellement inattendus qu'ils durent faire modifier non-seulement la disposition des communications métalliques des parafoudres, mais même la théorie qu'on s'était faite du mode de transmission de l'électricité de tension dans les conducteurs métalliques. Ne pouvant entrer ici dans de longs détails sur ces expériences curieuses, nous nous contenterons de dire qu'il en est ressorti que la conductibilité de masse des conducteurs servant de véhicule à une décharge d'électricité de tension, influe

beaucoup moins sur la promptitude de l'écoulement de cette décharge que l'étendue de la surface de ces conducteurs eux-mêmes. Ainsi, une feuille mince de papier d'étain conduit beaucoup plus facilement une décharge qu'un gros fil de cuivre dont la conductibilité de masse est infiniment plus grande. La conclusion de cette expérience fut naturellement qu'on devait choisir des fils de très-gros diamètre ou des lames métalliques pour établir la liaison des parafoudres avec le sol.

D'autres expériences démontrèrent encore que les parafoudres à plaques étaient plus sensibles que les parafoudres à pointes et qu'ils étaient d'autant meilleurs que la couche isolante était plus mince et moins susceptible de se carboniser sous l'influence du passage de l'étincelle. Une surface isolante constituée par une feuille de mica a semblé réunir sous ce rapport les qualités voulues. D'un autre côté, cependant, on put s'assurer que, si les parafoudres à plaques avaient plus de sensibilité au moment d'une décharge opérée brusquement, les parafoudres à pointes avaient pourtant de grands avantages en diffusant la charge électrique et en l'empêchant de s'accumuler. Les conclusions de la commission durent donc être de poser comme *desideratum* que le parafoudre à plaque et à pointes pût être réuni dans le même instrument. C'est précisément ce *desideratum* qui a été réalisé dans l'appareil exposé par l'administration sous le nom de paratonnerre Bertch. Cet appareil se compose donc de trois plaques, dont deux sont munies de pointes nombreuses enchevêtrées de manière à ce que les extrémités de leurs pointes respectives soient distantes d'une très-petite fraction de millimètre des surfaces sur lesquelles elles sont plantées. La plaque supérieure est isolée et mise en rapport avec le fil de ligne, et c'est le dessus de cette plaque qui constitue, avec la troisième qui lui est superposée, le parafoudre à plaques. A cet effet, cette dernière plaque est séparée de celle sur laquelle elle appuie par une lame de mica, et est reliée métalliquement au sol par l'intermédiaire de la plaque inférieure du parafoudre à pointes.

Le second modèle de parafoudre exposé par l'administration, et qui porte aussi le nom de M. Bertch, est destiné à être placé sur les lignes à l'entrée des tun-

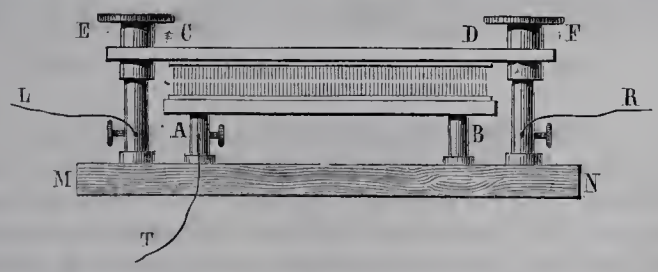


Fig. 14.

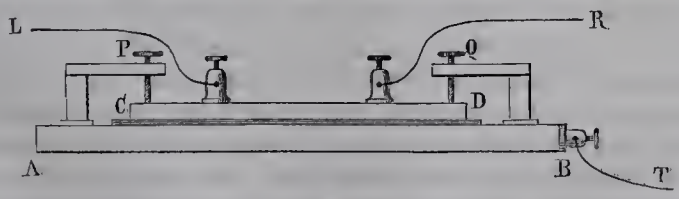


Fig. 15.

nels. C'est un cylindre muni de pointes qui se trouve recouvert par un autre cylindre métallique dont il est isolé à ses points d'attache. Ce dernier cylindre est en rapport avec le sol, l'autre avec la ligne.

Les expériences que nous avons rapportées plus haut montrent, contrairement aux conclusions de la commission de l'Institut, que les parafoudres à pointes multiples ont une supériorité marquée sur les autres. Pourtant le colonel Hebner, l'auteur des systèmes ingénieux des mines électriques que l'on admire tant à l'exposition autrichienne, a été conduit par des expériences inverses à supprimer les mâchoires à dents multiples des machines électriques et à les remplacer par une pointe unique. Il est vrai que les machines de ce savant sont à deux plateaux et que la pointe qui sert d'électro-subracteur se trouve placée entre deux. Serait-ce à cause de cette disposition que la pointe unique aurait alors l'avantage?

Nos figures représentent les différents parafoudres dont nous venons de parler. Les figures 14 et 15 (page précédente) montrent le parafoudre américain à cardes et le parafoudre à plaques; la figure 16, le parafoudre à six pointes, et la figure 17, le parafoudre à fil préservateur.

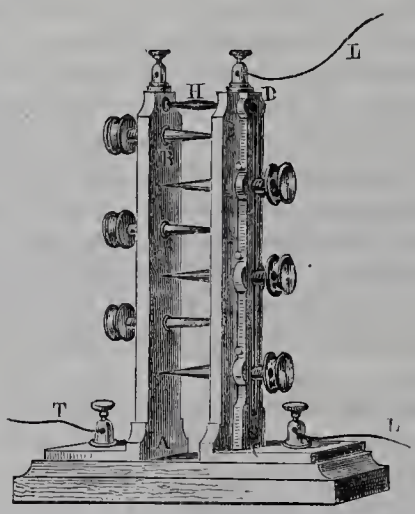


Fig. 16.

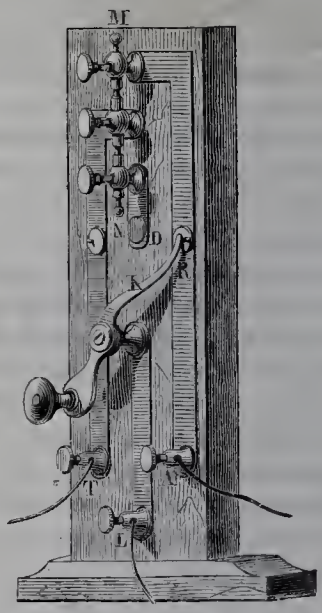


Fig. 17.

Commutateurs, rhéomètres, rhéostats, etc. — Les commutateurs employés en télégraphie ont été, depuis l'introduction des télégraphes Morse, beaucoup simplifiés. Aujourd'hui, il n'y a guère que deux types qui soient en usage, le commutateur rond à deux ou plusieurs contacts et le commutateur suisse. Le premier consiste dans une manette à ressort que l'on tourne de manière à faire arriver le ressort qui la termine sur le contact qui doit fournir la communication voulue. Un modèle de ce commutateur figure dans la vitrine de l'administration française. Le commutateur suisse se compose de deux séries de bandes métalliques placées parallèlement, les unes à côté des autres, des deux côtés d'une planche et de manière à se croiser à angle droit d'une série à l'autre. Des trous pratiqués au point d'intersection de ces bandes permettent de réunir métalliquement, à l'aide de bouchons métalliques, les bandes de dessus avec les bandes de dessous, et, si ces bandes sont mises en communication avec différentes lignes et avec différents appareils, il devient facile d'établir de cette manière des liaisons quelque compliquées qu'elles puissent être.

On a beaucoup modifié les commutateurs suisses, mais on semble revenir toujours au type primitif. C'est en effet à ce type qu'il faut rapporter les commuta-

teurs exposés par l'administration française, M. de Vos, de Bruxelles, MM. Hasler et Escher, de Berne, etc.

Les figures 18 et 19 ci-dessous représentent le commutateur rond et le commutateur suisse dont nous venons de parler.

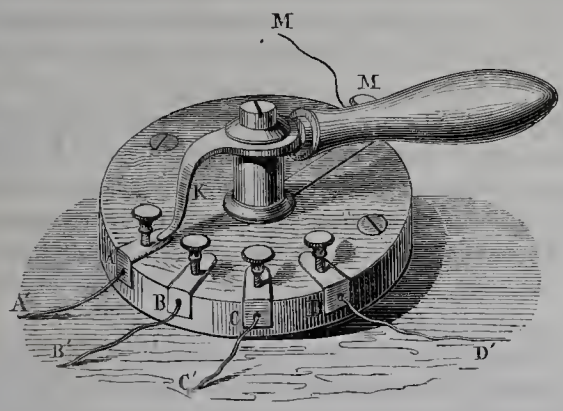


Fig. 18.

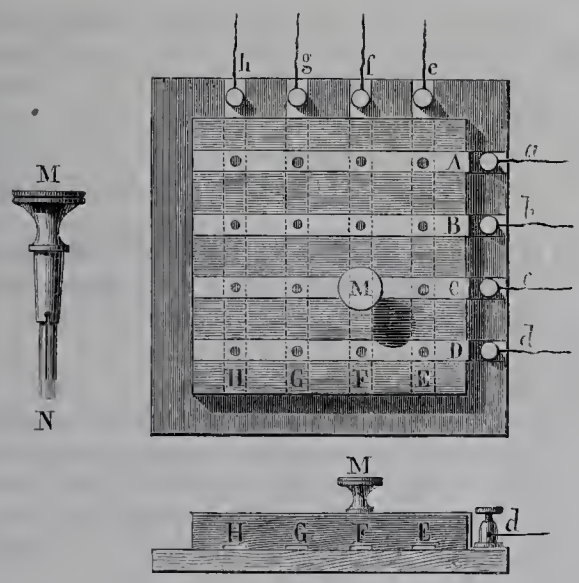


Fig. 19.

Avant de terminer avec les commutateurs, nous devons signaler le commutateur Bernier, qui est disposé de manière à empêcher les oublis ou les distractions auxquels sont sujets beaucoup d'employés télégraphistes, surtout quand ils ont terminé une correspondance. Ce commutateur, appliqué avec succès sur la ligne d'Orléans, se voit à l'exposition de M. Bréguet.

Les boussoles télégraphiques ordinaires figurent aussi, sans modification bien importante, aux expositions de MM. Digney, Bréguet, de l'administration française des télégraphes, de M. de Vos, etc. Les boussoles de précision, destinées aux expériences rhéométriques, sont plus variées. Ainsi on trouve à l'exposition de MM. Elliott frères, de Londres, un galvanomètre astatique à réflexion, de Thomson; à l'exposition de M. Siemens, un nouveau système de galvanomètre différentiel dont les deux fils ont une résistance différente et qui s'adapte aux

expériences pour la mesure de la résistance des câbles sous-marins. On déduit cette résistance d'après des formules particulières données par M. Siemens (voir notre *Traité de télégraphie*). A l'exposition de MM. Digney, on trouve un modèle de boussole des sinus (système Bréguet) avec un dispositif particulier qui permet de changer facilement les cadres galvanométriques, suivant les expériences auxquelles on l'applique. A l'exposition de M. Bréguet, on voit une grande boussole des sinus et des tangentes du système de M. Pouillet perfectionné.

Les rhéostats, plus ou moins modifiés, se rencontrent aussi aux différentes expositions des constructeurs d'appareils télégraphiques. Chez M. Bréguet, on retrouve le rhéostat de Wheatstone; chez M. Siemens, son système rhéostatique établi avec des résistances étalonnées, et le système mesureur, connu sous le nom de pont de Wheatstone. A l'exposition de MM. Digney, on retrouve l'agomètre de M. Ed. Becquerel, qui n'est qu'une sorte de rhéostat liquide susceptible de mesurer de très-grandes résistances.

A l'exposition de M. de Vos, on trouve un appareil à indicateur et à transmetteur pour le service intérieur des grandes administrations. Je n'ai pu m'en faire une idée suffisante pour savoir en quoi il se rattache à la télégraphie et, à plus forte raison, pour en parler.

Générateurs électriques. — Les modèles de piles, quoique nombreux à l'exposition, le sont moins cependant qu'on n'aurait pu le croire d'après les inventions journalières dont nous entendons sans cesse parler. Les principaux figurent dans les expositions de l'administration des lignes télégraphiques françaises, de M. Leclanché, de M. Zaliwski, de M. Prudhomme, de M. Caumont, du R. P. Secchi, de l'artillerie autrichienne, de M. Luigi Ciniselli, de M. Giusepe Candido, de M. Meidinger et de M. Grenet.

La pile exposée par l'administration télégraphique française est la pile bien connue de M. Marié Davy, au sulfate insoluble de mercure, qui est maintenant employée d'une manière générale dans la télégraphie française. Cette pile, dont la force électro-motrice est intermédiaire entre celle de la pile de Bunsen et celle de la pile de Daniell, est même devenue plus économique que cette dernière, car le mercure, qui est la substance chère dans l'entretien de cette pile et qui se trouve précipité à l'état métallique par suite de son travail, peut être transformé de nouveau et à peu de frais en sulfate et sert ainsi indéfiniment. De plus, en raison de sa grande tension et de son usure lente, on a pu restreindre de près d'un tiers le nombre des éléments employés et en diminuer considérablement les dimensions.

La pile de M. Leclanché a été imaginée en vue d'empêcher toute usure de la pile quand son courant n'est pas fermé. C'est, quant à la forme, une espèce de pile de Bunsen ou de Marié Davy, dans laquelle l'acide nitrique ou le sulfate de mercure est remplacé par une espèce de pâte faite avec un mélange de poudre grossière de peroxyde de manganèse et de charbon, l'eau acidulée par une solution de sel ammoniaque. Au lieu d'un cylindre de zinc amalgamé, M. Leclanché a préféré, je ne sais trop pourquoi, un petit crayon de zinc amalgamé, prétendant que l'augmentation de résistance due à la petitesse de la surface immergée s'efface devant la résistance intérieure de la pile. Nous ne sommes pas, à vrai dire, de cet avis, mais peu importe d'ailleurs au principe de cette pile, qui est excellent et reconnu tel par une expérience de chaque jour faite sur les lignes de l'Est, de l'Ouest et de la Méditerranée.

La théorie de cette pile est bien simple. Quand le circuit est fermé, le courant décompose la solution de sel ammoniaque et il se forme un oxychlorure de

zinc, l'hydrogène et l'ammoniaque se rendent au pôle positif et y déterminent la réduction du peroxyde de manganèse.

Le peroxyde de manganèse, mêlé au charbon, étant bon conducteur de l'électricité, ce système peut être considéré comme une pile à un seul liquide dans laquelle le pôle positif est formé d'un métal artificiel ayant une grande affinité pour l'hydrogène. On supprime ainsi l'endosmose inévitable dans les piles à deux liquides. De plus, le zinc, se conservant indéfiniment sans altération dans la solution ammoniacale, et le peroxyde de manganèse étant complétement insoluble dans ce liquide, la pile une fois montée ne donne jamais lieu à une action chimique intérieure.

La force électro-motrice de cette pile est considérable et peu éloignée de celle de la pile de Marié Davy. On peut en pratique remplacer 40 éléments Daniell par 28 éléments de cette nouvelle pile. M. Leclanché estime à 600 mètres la résistance de sa pile.

Nous n'avons pu nous procurer les renseignements nécessaires sur la pile à deux liquides de M. Zaliswski. Celle de M. Prudhomme est la pile bien connue au sulfate de plomb naturel, et celle de M. Caumont une pile à un seul liquide analogue à la pile de Marié Davy, à sulfate de bioxyde de mercure, mais dans laquelle le sulfate est remplacé par de l'azotate de mercure.

La pile du R. P. Secchi est une pile de Daniell d'un modèle qui se rapporte un peu à celui imaginé il y a quelques années par M. Minotto. Dans cette pile, le sulfate de cuivre occupe le fond du vase et l'électrode positif est terminé inférieurement par un cylindre de cuivre déchiqueté en larges dents; une rondelle de flanelle est posée sur cette couche de sulfate, puis une couche de sable, et le cylindre de zinc, appuyé lui-même sur cette couche de sable, est entouré de sable et de liquide jusqu'à la partie supérieure du vase.

Le R. P. Secchi assure que cette pile peut rester chargée pendant plus de six mois sans qu'on ait autre chose à faire que d'y ajouter quelques gouttes d'eau quand la solution a son niveau par trop abaissé.

La pile de l'artillerie autrichienne est une sorte de pile de Smée à grande surface, dans laquelle le platine est remplacé par une lame de plomb platinisée, et la lame de zinc par une série de fragments de zinc déposée dans un vase percé de trous sur les côtés et contenant au fond quelques gouttes de mercure dans lequel plonge l'électrode polaire négative. Ce vase est suspendu à la partie supérieure de celui qui contient l'eau acidulée. Celle-ci s'y trouve en très-grande quantité, afin que le liquide n'ait pas besoin d'être renouvelé ou aiguisé fréquemment. La force de cette pile est relativement considérable et a l'avantage d'être très-économique, puisqu'on peut utiliser tous les débris de zinc quels qu'ils soient et qu'ils se trouvent toujours amalgamés par suite de leur contact perpétuel avec le mercure.

Quant aux piles de M. Ciniselli et de M. Candido, je n'ai pu me procurer assez de renseignements pour pouvoir en parler, et les piles de M. Meidinger et de M. Grenet sont trop connues pour que nous les décrivions ici.

Les piles ne sont pas les seuls générateurs électriques qui soient employés en télégraphie : les courants magnéto-électriques, depuis quelques années, lui ont été appliqués avec succès, principalement en Angleterre et en Prusse. On a donc dû naturellement chercher à perfectionner ce genre de générateurs, et c'est encore dans les expositions de ces deux pays qu'on retrouve les appareils les plus intéressants.

Nous voyons, en effet, aux expositions de M. Siemens et de M. Ladd, de nouvelles machines magnéto-électriques qui fournissent des courants très-énergiques sans nécessiter la présence d'aucun aimant artificiel. Au premier abord,

on pourrait croire au mouvement perpétuel en voyant de pareilles machines, mais, pour peu qu'on analyse les effets produits, on se rend facilement compte du phénomène mis en jeu dans cette circonstance. Comme ces machines sont les plus curieuses que nous aurons à signaler dans notre compte rendu, le lecteur nous permettra de nous y arrêter un peu.

Le principe de ce nouveau genre d'appareils a été imaginé simultanément par MM. Wheatstone et Siemens, et M. de Wylde, en Angleterre, en avait déjà fait l'année dernière une application aux machines magnéto-électriques. On a fait à cette époque grand bruit de cette découverte, mais que devra-t-on dire maintenant, quand on verra qu'en partant d'une force magnétique presque nulle, comme celle qui existe dans le fer doux, on arrive à créer une force magnétique assez puissante pour produire de la lumière électrique !

Qu'on imagine, placées sur deux rangées les unes à la suite des autres, quatre masses de fer doux, entourées chacune sur une moitié de leur hauteur par une hélice de gros fil; qu'on imagine, placée sur un axe de rotation tournant entre ces deux rangées de masses de fer, la bobine d'induction à hélice longitudinale de M. Siemens (celle qu'il applique à ses télégraphes à cadran); enfin, qu'on suppose le fil de cette dernière hélice réuni à celui des hélices des masses de fer lesquelles se trouvent d'ailleurs toutes reliées entre elles; et on aura une idée de la machine de M. Siemens.

Pour en comprendre le jeu, il suffira de considérer que sous l'influence du magnétisme terrestre, les masses de fer dont nous avons parlé acquièrent une certaine polarité, très-faible, à la vérité, mais suffisante pour qu'après la mise en mouvement de la machine un courant induit soit produit. Mais ce courant, en passant à travers les hélices dont sont munies ces masses de fer, les aimante, et celles-ci devenant des aimants, créent des courants induits plus énergiques qui renforcent de nouveau leur magnétisme. Cette augmentation de magnétisme détermine un nouvel accroissement de force du courant induit, et ainsi de suite jusqu'à un maximum qui correspond à la saturation magnétique des masses de fer devenues ainsi de véritables électro-aimants.

Toutefois, comme la création d'une force croissante ne peut s'effectuer sans compensation, sans quoi le grand principe de l'équilibre qui gouverne les lois physiques de ce monde n'existerait pas, la résistance au mouvement de rotation croît à peu près dans le même rapport que l'accroissement de la force électrique. De sorte qu'au point de vue économique, les avantages de ce système sont plus que problématiques. On pourra aisément le comprendre pour peu que l'on considère qu'avant d'atteindre la force initiale des aimants persistants, les masses de fer des machines précédentes exigent une certaine force électrique, et partant une dépense de force motrice qui est fournie gratuitement dans les machines magnéto-électriques à aimants fixes, et, comme les avantages qu'on pourrait gagner par l'aimantation plus puissante qu'est susceptible d'acquérir le fer doux sont anihilés par la dépense plus grande de la force motrice, on se trouve en fin de compte avoir une machine plus coûteuse que les machines magnéto-électriques ordinaires. C'est pourquoi la fameuse machine de Wylde dont on s'était tant enthousiasmé a été à peu près abandonnée dans les applications de lumière électrique auxquelles on avait voulu la soumettre, concurremment avec la machine si simple que construit la compagnie l'Alliance. Quoi qu'il en soit au point de vue scientifique, cette nouvelle machine est extrêmement curieuse, et M. Siemens l'a déjà appliquée au tir des mines et au déclanchement de fortes sonneries électriques, comme on l'a vu précédemment.

La machine de Ladd, qui figure à l'exposition anglaise, est exactement fondée sur le même principe que celle de M. Siemens, seulement les courants induits

destinés à fournir l'aimantation des masses de fer sont complétement distincts de ceux qui doivent fournir le travail utile. Il en résulte que le système précédent se trouve reproduit en double dans cette nouvelle machine ; l'un des systèmes est destiné à provoquer l'aimantation des masses de fer, l'autre à recueillir dans une bobine d'induction spéciale le courant induit développé par cette aimantation. Mais avec cette disposition la résistance devient encore plus grande que dans celle que nous avons étudiée précédemment ; elle ne constitue donc pas au point de vue économique un progrès sur celle-ci. En revanche, elle a l'avantage de rendre constante la force magnétique qui crée l'induction, ce qui n'a pas lieu dans l'autre machine, dès lors qu'on la soumet à un travail entraînant des variations d'intensité électrique, comme la production de la lumière électrique, par exemple.

Quant aux machines magnéto-électriques dont les types les plus puissants sont représentés à l'Exposition par les machines de la compagnie l'Alliance et par la machine que M. Defries a utilisée à l'éclairage du phare électrique anglais, elles n'ont subi aucune modification importante depuis la dernière exposition. Les premières sont toujours les plus perfectionnées, les plus économiques et les plus satisfaisantes au point de vue de la régularité de marche. Il est réellement bien regrettable que, par suite de l'élan inconsidéré des savants vers la machine de Wylde, la compagnie l'Alliance ait cru devoir se rendre adjudicatrice du brevet français de M. de Wylde, puisqu'elle avait entre les mains une machine beaucoup plus pratique.

Qu'on nous permette comme historique de la question de rappeler ici certaines expériences de M. Jacobi qui ont trait aux phénomènes curieux que nous avons analysés précédemment. Dans le temps où M. Jacobi s'occupait d'électromoteurs, il lui vint dans l'idée un jour, pour essayer la force de ces moteurs, de les faire tourner en sens contraire de leur rotation naturelle, par conséquent, de contrarier l'action électro-magnétique. Quel ne fut pas son étonnement quand il put reconnaître, par la nature des courants induits qui se trouvaient alors produits, que la force des électro-aimants avait été par ce seul fait considérablement augmentée. Dans ce cas, la force motrice dépensée s'était trouvée convertie en force magnétique. Il comptait tirer parti de cette réaction, mais ses occupations l'ayant entraîné dans une autre voie, il ne s'en préoccupa pas davantage. Plus tard, une action du même genre devait conduire aux machines dont nous venons de parler.

Pour terminer avec les générateurs électriques, nous signalerons encore la machine magnéto-électrique exposée par M. Hjorth à l'exposition danoise et celle qui figure dans l'exposition de M. Ruhmkorff.

Lignes télégraphiques. — Le matériel des lignes télégraphiques se trouve amplement représenté aux expositions des divers pays, et en particulier à celle de la France. Tous les modèles des fils télégraphiques aériens, souterrains et sous-marins employés par l'administration des télégraphes français s'y trouvent représentés, ainsi que les isolateurs et les accessoires qui s'y rattachent. Nous n'entrerons pas dans l'étude de ces différents spécimens, d'autant plus qu'à la suite de récentes expériences, l'administration des lignes télégraphiques va être conduite à réformer une partie de ce matériel. Il sera plus intéressant, je crois, d'exposer en quelques mots les expériences qui ont provoqué cette réforme.

Ces expériences ont eu surtout trait à la question des isolateurs. Depuis longtemps on se plaignait du mauvais isolement de plusieurs de nos lignes, et dans l'incertitude où on se trouvait de préciser la cause de ce défaut, l'administration

s'est décidée, sur l'avis de la commission de perfectionnement, à faire venir un certain nombre d'isolateurs des différents pays. La Prusse, la Russie, le Danemark, la Bavière, la Belgique, l'Angleterre, la Suisse, l'Autriche en envoyèrent chacun une cinquantaine d'échantillons, et on put dès lors procéder à des études comparatives avec les nôtres.

Cette étude a eu pour résultat de montrer que le défaut d'isolement produit par certains isolateurs peut être attribué à deux causes : à une conductibilité propre de la matière même des isolateurs et à une conductibilité de surface provenant de la couche humide qui par les temps de pluie et de brouillard se dépose sur les surfaces de ces isolateurs. La première de ces causes, qui dépend beaucoup de la cuisson de la matière, peut être conjurée par un bon vernis ou émail déposé avec soin sur toutes les surfaces internes et externes de ces isolateurs et aussi par la nature du scellement de ces isolateurs avec les tiges de fer qui y sont adaptées ; la seconde cause dépend surtout de la forme : plus est long le trajet offert à dérivation du courant, moins est grande la surface exposée directement à la condensation des vapeurs, meilleur est l'isolement. Voilà pourquoi les isolateurs à double cloche, à intérieurs profonds et à forme peu évasée, comme les isolateurs prussiens, russes et anglais, ont fourni sous ce rapport les meilleurs résultats.

Les conclusions de ces expériences ont donc été :

1° Que les isolateurs doivent être construits en porcelaine suffisamment cuite pour ne pas fournir une conductibilité propre, mais pas assez cependant pour présenter des fissures ;

2° Que ces isolateurs doivent être vernis sur toute leur surface et particulièrement dans la cavité du scellement ;

3° Que cette cavité doit être taraudée en pas de vis, afin qu'on puisse y visser fortement la tige de fer qui doit être à cet effet revêtue à son extrémité de scellement d'une couverture en étoupe goudronnée (avec du goudron de Norwége). Ce système, adopté par la Prusse et la Russie, a paru préférable aux scellements avec du plâtre, du soufre, de la paraffine ou de l'ébonite, employés par la France, l'Angleterre et la Belgique ;

4° Que la forme en double cloche présentant des cavités circulaires très-profondes et peu épaisses est celle qui doit être préférée ;

5° Que le mode d'attache de ces cloches aux poteaux doit s'effectuer au moyen de colliers quand on veut employer le système de suspension des fils sur des crochets, ou de consoles à douille conique, dans lesquelles on introduit le support de fer de l'isolateur, quand la suspension doit se faire au sommet de celui-ci, comme cela a lieu dans la plupart des lignes étrangères.

Ces conclusions nous dispensent d'une appréciation sur les isolateurs qui figurent aux expositions des différents pays. On voit du reste que le modèle qui satisfait le mieux aux conclusions qui précèdent est celui qui figure à l'exposition de l'administration prussienne.

Quant aux poteaux isolateurs, la question n'est pas encore bien résolue. Certains télégraphistes prétendent que les poteaux métalliques devraient avoir la préférence en ce qu'ils éviteraient les mélanges des fils sur les lignes, mélanges bien plus à craindre, suivant eux, que les dérivations à la terre. On voit, du reste, des poteaux de ce genre aux expositions françaises et prussiennes. En Angleterre, on avait même cherché à obtenir un semblable résultat avec les poteaux en bois, en reliant les supports de bois des isolateurs à des fils placés sur toute la longueur des poteaux eux-mêmes.

Quant aux fils télégraphiques en eux-mêmes, ils ne présentent rien de particulier. Les échantillons qui figurent à l'exposition française sont de 3, 4 et 5 mil-

limètres, et ils sont galvanisés. La plupart des autres pays tendent de plus en plus à revenir à ces différents types et à adopter systématiquement la galvanisation.

Les fils souterrains et sous-marins, bien que figurant en moins grand nombre à l'Exposition de 1867 qu'aux expositions précédentes, ne fournissent pas moins des spécimens importants, parmi lesquels nous ferons remarquer d'une manière toute spéciale (en raison des progrès immenses accomplis dans leur fabrication depuis peu d'années) ceux de M. Rattier, qui figurent à l'exposition de l'administration des lignes télégraphiques françaises. Les procédés de fabrication de cet industriel se sont tellement perfectionnés que ces fils présentent aujourd'hui une isolation supérieure à celle des câbles anglais, et leur durée, du moins pour les fils souterrains, est également plus grande. Nous sommes heureux de pouvoir constater cette victoire qui, en nous évitant de rester sous ce rapport tributaires des Anglais, a créé en France une grande industrie qui ne pourra que prospérer grâce aux développements immenses que prend tous les jours la télégraphie. M. Rattier a exposé aussi un modèle en petit de son organisation pour la pose des câbles souterrains.

A l'exposition anglaise, nous trouvons aussi de beaux spécimens de câbles construits par MM. Henley, Hooper et la compagnie *India Rubber Telegraphic Works*. On a parlé aussi des câbles de M. Cyrus Field, l'auteur du câble transatlantique, mais je n'ai pu les découvrir. La commission, en décernant à ce dernier un grand prix, a certainement rendu justice à la grandeur de l'entreprise.

Les grands fabricants dont nous venons de parler ne doivent pas nous faire oublier les petits, et parmi eux nous devons une mention toute spéciale à M. Machabée, qui a exposé des fils recouverts d'une matière extrêmement isolante qui reviendrait à 25 pour 100 moins cher que la gutta-percha. Une expérience, qu'il fait voir et qui sans doute n'est pas complétement décisive, semble démontrer que l'isolement produit par cette substance est considérablement supérieur à celui de la gutta-percha. Voici quelle est cette expérience : il prend deux fils de même grosseur et de même longueur, recouverts l'un de gutta, l'autre de sa substance isolante, et, après les avoir disposés en plan d'épreuve, c'est-à-dire après avoir hermétiquement fermé l'une des extrémités et développé l'autre, de manière à former un anneau métallique, il les soumet à une machine électrique, ayant soin de tourner le plateau d'un nombre donné de tours. En essayant la tension de ces fils sur un électroscope, on voit que l'un conserve sa tension électrique beaucoup plus longtemps que l'autre, et que cette tension elle-même est plus forte. Ces fils sont du reste très-flexibles, et, suivant M. Machabée, ne se fendilleraient pas à l'air.

A l'exposition anglaise, on trouve aussi des échantillons de fils souterrains construits par M. Nicols. Je n'ai pu me procurer de renseignements à leur égard. A l'exposition des Pays-Bas, on trouve un système de fils du même genre isolés au moyen de brai liquide et imaginé par M. Holtzman. A l'exposition italienne, on trouve également des modèles de câbles sous-marins construits par MM. Trevisani et Hallié, M. Detti, de Naples, et M. Balestrini.

Organisation du transport des dépêches télégraphiques a petite distance. — Dans les villes populeuses, où se trouvent plusieurs centres importants pour le dépôt des dépêches, il importe de pouvoir les transporter le plus promptement possible au poste central d'où elles doivent être expédiées télégraphiquement dans les diverses directions. L'expérience a démontré que le télégraphe était tout à fait insuffisant pour ce genre de transports, et on avait organisé des services de voitures qui toutes les dix minutes allaient et venaient de ces divers

centres au poste central. Mais une pareille organisation était très-dispendieuse et faisait perdre beaucoup de temps, de sorte qu'on a cherché à résoudre le problème d'opérer mécaniquement ce genre de transports. Le premier système de ce genre a été installé à Londres par la compagnie internationale, entre la cité (*Telegraph Street*) et sept bureaux, dont un était éloigné de 1,200 mètres. Ce système consistait dans un tube souterrain dans lequel on faisait le vide au moyen d'une grande machine pneumatique mue par la vapeur, et les dépêches, placées dans un étui disposé comme un piston à l'intérieur du tube, étaient projetées sous l'influence de la pression atmosphérique au milieu de la pièce de dépôt du bureau central. Ces étuis étaient ensuite renvoyés aux bureaux expéditeurs au moyen d'une machine de compression mue par la même machine à vapeur que la machine pneumatique.

Dernièrement, M. Baron, d'après les ordres de M. de Vougy, a organisé à Paris un système de ce genre, mais fondé sur un principe beaucoup plus économique. Les plans de l'établissement de ce système figurent à l'exposition de l'administration des lignes télégraphiques.

A Paris, l'eau des conduites alimentées par certains réservoirs est soumise à une pression assez considérable qui dépasse quelquefois deux atmosphères. M. Baron a voulu utiliser cette force de pression, qui ne coûte absolument rien, à produire l'effet inverse des tubes pneumatiques dont nous avons parlé plus haut. C'est donc à l'air comprimé, et non à l'air dilaté, qu'il a eu recours, et voici comment il a résolu le problème : Une grande caisse cylindrique d'environ $2^{m}.50$, que nous appellerons caisse de compression, est mise en rapport par le bas avec la conduite d'eau de la ville, et par le haut, avec deux autres caisses destinées à emmagasiner l'air comprimé. Ces deux caisses, que nous appelerons caisses de réserve, communiquent par un tuyau parfaitement étanche avec le tube d'aspiration, et ce tube lui-même présente à son entrée dans les bureaux une petite cavité en forme de boîte qui peut être hermétiquement close. Des robinets de charge et de décharge permettent d'ailleurs de faire arriver l'eau dans la première caisse et de l'en faire ressortir une fois l'effet produit. De même, des robinets, placés au-dessus de la petite boîte dont il a été question précédemment, permettent de couper la communication des caisses de réserve avec le tube pneumatique. Enfin, de petits étuis cylindriques en cuivre, munis d'une rondelle flexible de cuir, comme la garniture du piston des lampes modérateurs, servent de boîtes aux lettres et sont disposés de manière à pouvoir librement parcourir le tube.

Quand on veut envoyer les dépêches, on commence d'abord par comprimer l'air en ouvrant le robinet de communication de la conduite d'eau; l'eau, en s'introduisant dans la caisse de compression, repousse l'air qui s'y trouve enfermé et le refoule dans les caisses de réserve en le condensant de plus en plus à mesure que le niveau de l'eau s'élève; et quand celui-ci a atteint la partie supérieure de la caisse de compression, on ferme la communication avec les caisses de réserve et la conduite d'eau, puis on ouvre la soupape de décharge, ainsi que celle qui doit donner accès à l'air extérieur au-dessus de la caisse de compression; l'eau qui remplissait celle-ci se vide alors et peut fournir une nouvelle compression quand la pression de l'air dans les caisses de réserve est insuffisante ou s'est trouvée tellement diminuée qu'il devient nécessaire de la renouveler. On connaît du reste constamment l'état de cette pression au moyen de manomètres placés près de la boîte d'expédition.

La pression de l'air étant obtenue dans les caisses de réserve, on place les dépêches dans l'étui, puis on introduit celui-ci dans le tube, et, après avoir fermé la boîte, on ouvre le robinet qui doit donner accès à l'air comprimé.

Celui-ci alors se précipite et pousse l'étui jusqu'à destination; là cet étui ressort du tube par la boîte correspondante à celle par laquelle on l'avait introduit à l'autre station.

L'abaissement successif de la colonne de mercure dans le manomètre, à mesure que l'étui avance dans le tube, permet en quelque sorte de suivre la marche de cet étui et de préciser les points où il se trouve à un moment donné.

Ce système est déjà installé entre le Grand-Hôtel et le bureau télégraphique de la place de la Bourse; les dépêches mettent 2 minutes 1/2 à franchir cette distance. On s'occupe en ce moment de relier ce bureau télégraphique avec le bureau central. M. Baron calcule que ce système fournira à l'administration une économie de plus de 25 pour 100 sur les frais de transports actuellement organisés.

A l'exposition de M. Siemens, on remarque aussi un modèle d'un système de ce genre établi à Berlin, mais ce système est pneumatique, comme celui des Anglais.

Applications de la télégraphie. — En dehors des services rendus par la télégraphie appliquée à la transmission des dépêches et que l'on peut considérer comme individuels, il en est d'autres d'un intérêt général ou collectif dont on peut apprécier tous les jours l'importance. De ce nombre sont ceux qui résultent de l'application qu'on a faite de la télégraphie aux services des chemins de fer, aux opérations militaires, à la prévision du temps, au service des sapeurs-pompiers en cas d'incendie, au service nautique dans les vaisseaux, aux services sémaphoriques, à la transmission du midi vrai et du midi moyen dans les ports, au règlement des horloges publiques, aux annonces des inondations sur le parcours des fleuves sujets à des débordements, aux opérations scientifiques pour la détermination des différences de longitude, à la pêche du hareng dans les fiords de la Norwége, à la correspondance des ouvriers occupés aux travaux sous-marins, enfin à une foule de cas particuliers de la vie domestique qu'il serait trop long d'énumérer.

Parmi ces différentes applications, nous ne parlerons que de celles qui se rapportent aux opérations militaires, aux incendies et aux accidents sur la voie publique, applications pour lesquelles on retrouve des combinaisons ingénieuses à l'exposition autrichienne.

L'application de la télégraphie aux incendies et aux accidents sur la voie publique est représentée par une grande installation télégraphique exposée par le chevalier Adolphe de Bergmuller. Cette installation comporte plusieurs sortes d'appareils : d'abord des bornes télégraphiques en fonte placées aux points les plus importants des grandes voies publiques ; en second lieu, d'un poste télégraphique établi au bureau central de police; en troisième lieu, d'une voiture télégraphique munie d'un câble électrique de communication qui se déroule à mesure que la voiture marche et qui est destinée à relier les différentes bornes aux différents points où se déclare une incendie et où se produit un accident.

Les bornes télégraphiques sont des espèces de colonnes creuses en fonte qui portent à hauteur de la main une espèce de transmetteur télégraphique composé de dix touches; chacune de ces touches, étant poussée, produit un signal automatique qui correspond aux indications suivantes :

Feu de cheminée ou de chambre;
Incendie de magasin;
Grand incendie;
Secours aux blessés;
Chevaux blessés;
Encombrement de rue;

Écroulement de maisons;
Inondations;
Appareil de sauvetage;
Appel de troupes.

Ces indications sont inscrites en face des différentes touches et sont reproduites par des combinaisons de points et de traits déterminées par le frottement de la touche abaissée contre un contact découpé en conséquence. Une petite porte ferme en temps ordinaire ce transmetteur, afin que les passants n'envoient pas de faux avis, de sorte qu'il n'y a que les hommes de police qui sont en possession de faire fonctionner ces appareils. Toutes ces bornes télégraphiques sont, bien entendu, reliées télégraphiquement avec le poste central où se trouvent en réserve toutes les ressources nécessaires pour parer aux accidents.

L'installation télégraphique du poste central n'a d'ailleurs rien de particulier; elle se compose d'un télégraphe Morse, d'un relais, d'un manipulateur, d'une alarme et de deux galvanomètres. Celle de la voiture électrique ne comprend qu'un télégraphe Morse, un manipulateur, une sonnerie, un galvanomètre et un niveau à bulle d'air pour bien poser de niveau les appareils. Cette installation est disposée en avant de la voiture qui n'est autre qu'un petit char-à-bancs, et le câble est enroulé sur un cylindre en arrière. Ce câble est composé de deux fils recouverts de gutta-percha et enveloppés dans une gaîne de cuivre du genre de celle que M. Siemens avait, en 1862, appliquée à ses câbles. Les deux bouts de ce câble sont attachés à deux boutons d'attache placés derrière le transmetteur de chaque borne télégraphique.

Voici maintenant comment ce système est utilisé :

Aussitôt qu'un agent de police constate un accident du genre de ceux dont il a été question, il se rend à la borne télégraphique la plus voisine et appuie sur la touche correspondante du transmetteur. Les agents du poste central envoient alors la voiture télégraphique à cette borne d'où elle repart après y avoir attaché son câble pour aller sur le lieu du sinistre. En même temps, des secours sont envoyés et tout le matériel nécessaire se trouve successivement demandé au fur et à mesure des besoins par l'intermédiaire du poste électrique ainsi établi.

L'application de la télégraphie aux opérations militaires se rencontre à l'exposition du génie autrichien au milieu des appareils pour les torpilles et les mines électriques.

Ce système se compose d'une voiture qui ressemble assez à un petit omnibus, et dans laquelle est installé un véritable poste télégraphique, c'est le poste du quartier général; des câbles électriques, des fils de divers diamètres et de petits poteaux volants surmontés d'isolateurs en caoutchouc complètent l'aménagement de cette espèce de bureau roulant. Pour correspondre avec les différents points de l'armée, on emploie de petits télégraphes Morse magnéto-électriques, disposés d'une manière très-ingénieuse, par M. Marcus, sur des espèces de tabourets qui peuvent se replier facilement et servir de boîte à tout l'attirail télégraphique. Quand ceux-ci sont déployés, ils ressemblent assez à une chaise dont le dossier aurait été renversé horizontalement, et c'est sur ce dossier que sont fixés d'une manière rigide les appareils. Pour les manœuvrer, il ne s'agit que de se mettre à cheval sur le tabouret et tous les appareils se trouvent dès lors à portée de la main.

Pour compléter la liste des appareils télégraphiques, ou se rapportant à la télégraphie, qui figurent à l'Exposition, nous allons extraire du catalogue officiel tout ce qui figure aux expositions des diverses nations à la classe 64 et dont

nous n'avons pas parlé, soit faute de les avoir vus, soit faute de renseignements.

D'abord pour la France, nous trouvons, au nom de M. Meyer, un télégraphe automato-autographique que nous n'avons pas vu : au nom de M. Thompson, un télégraphe imprimeur que nous connaissons, mais qui n'a pas été exposé (on en trouvera la description dans notre *Exposé*, tome V); au nom de M. Cros, des appareils télégraphiques que nous n'avons pu découvrir; au nom de M. Hardy, le télégraphe Vavin et Fribourg que nous connaissons [1], mais que nous n'avons pas vu, pas plus que le télégraphe autographique de M. David qui devait figurer dans cette même exposition.

Les autres exposants, dont nous n'avons pas parlé parce que leurs appareils sont peu importants, ou s'attachent aux applications industrielles de l'électricité, sont :

1° *M. Caumont.* — Sonneries, tableaux indicateurs. — Horloges et sonneries électriques.

2° *M. Anfonso.* — Loch électrique.

(Cet appareil, décrit dans le tome III de notre *Exposé*, a été imaginé deux fois avant M. Anfonso, il y a une douzaine d'années.)

3° *M. Grenet.* — Piles électriques, sonneries, etc.

4° *M. Léger.* — Appareils télégraphiques acoustiques.

5° *M. Tabourin.* — Télégraphe hydro-dynamique.

6° *M. Rouny.* — Cartes télégraphiques.

7° *M. Walcker.* — Appareils à signaux et sonneries télégraphiques.

8° *M. Molinié.* — Supports de fils télégraphiques.

9° *M. Prudhomme.* — Appareils télégraphiques, fils, sonneries et signaux électriques [2].

10° *M. Bigant.* — Cartes des lignes télégraphiques.

11° *Bonis* (maison). — Fils électriques recouverts.

BELGIQUE.

M. Delperdange. — Tuyaux de conduite pour les lignes souterraines.

M. Gérard. — Télégraphe autographique.

PRUSSE.

M. Behrend. — Bandes de papier pour télégraphes Morse.

M. Vogel. — Conducteurs télégraphiques par la soie.

BAVIÈRE.

M. Rodler. — Charbons plastiques pour piles.

Direction des chemins de fer du Palatinat. — Transmetteur des courants électriques pour l'appareil de Faraday.

1. Voir la description de ce télégraphe dans le *Traité de télégraphie* de Blavier, t. II.

2. Les *Annales du Génie civil* (5e année, page 328) ont publié une note très-intéressante sur les appareils de M. Prudhomme destinés à mettre les voyageurs en communication avec les employés des trains.

AUTRICHE.

M. Hamar. — Appareil Morse à clavier.

Chemin de fer impérial du Nord de l'empereur Ferdinand. — Signal avec sonnerie électrique.

MM. Matzendauer et Schneider. — Appareils télégraphiques, perforateur, batterie de six piles.

M. Morath. — Plan d'un procédé de pose de câble sous-marin.

M. Satori. — Appareil pour donner des signaux à l'aide de la lumière électrique, pouvant fonctionner en même temps comme batterie télégraphique.

M. Snazel. — Système pour simplifier et abréger les têtes de dépêches.

RUSSIE.

Compagnie russo-américaine. — Fils télégraphiques, isolateurs.

Établissement galvanique du corps du génie. — Appareils électro-télégraphiques.

M. Pik. — Télégraphe Morse.

ITALIE.

M. Bonelli. — Appareil typo-télégraphique, appareil autographique. (Non exposés.)

TURQUIE.

M. Hariche-Oghlore. — Piles électriques pour la télégraphie.

Vases poreux en terre de Kench pour piles électriques. (Égypte.)

ÉTATS-UNIS.

M. Morse. — Modèle de pose et de relèvement de câble sous-marin.

Mme Coston. — Signaux télégraphiques de nuit.

M. Farmer. — Batterie thermo-électrique.

M. Ward. — Combinaisons de couleurs appliquées aux signaux.

ANGLETERRE ET COLONIES.

M. Macintosh. — Fils pour télégraphe électrique.

M. Musselwhite. — Appareils électriques.

M. Varley. — Télégraphes électriques. (Non exposés.)

M. Chanteloup. — Appareil télégraphique.

TH. DU MONCEL.

II

ÉTUDE

SUR

L'IMPRESSION ET LA TEINTURE DES TISSUS

PAR Dr KÆPPELIN,

Chimiste industriel, rédacteur aux *Annales du Génie civil.*

II

Les études sur l'Exposition ayant pour but de donner à tous nos lecteurs, et surtout à ceux qui par leur position sont les plus étrangers aux travaux industriels, une idée exacte des différents genres de fabrication que nous avons à examiner, je crois utile de les initier d'une manière sommaire aux procédés industriels au moyen desquels on est parvenu à les créer.

Pour rendre cet exposé aussi court que facile à comprendre, je diviserai l'impression des tissus en trois grandes classes.

La première renfermera les genres dérivés des matières colorantes qui se fixent sur les tissus sans *mordant*, comme par exemple les *genres bleus* cuvés, qui dérivent de l'indigo.

La seconde renfermera les genres dérivés des matières colorantes qui nécessitent l'emploi des mordants, avant de passer aux opérations subséquentes de la teinture, du blanchiment des parties qui n'ont pas été imprimées avec le mordant, et de l'avivage des couleurs.

Ces dernières sont produites par la fixation de la matière colorante du bain de teinture sur les parties des tissus imprimées avec le mordant. Tels sont les genres dérivés de la garance, de la garancine, de la cochenille, du quercitron, et de toutes les matières colorantes qui, en se combinant avec certains sels, forment des laques insolubles qui se fixent dans les fibres des tissus sur lesquels on a imprimé ces sels ou *mordants*.

Nous rangerons aussi dans cette seconde classe les genres d'impressions dérivés de certains sels minéraux colorés, qui résultent de la double décomposition de deux sels solubles, dont l'un est imprimé comme mordant sur le tissu et dont l'autre est tenu en dissolution dans un bain de teinture. C'est ainsi, par exemple, que l'on obtient une impression jaune de chrome, en imprimant une dissolution d'un *sel de plomb* et en passant le tissu imprimé dans une solution de chromate de potasse. Il se formera du chromate de plomb insoluble, qui, se fixant dans les fibres du tissu, y laissera une impression jaune.

La troisième classe sera celle des genres *vapeur*, c'est-à-dire de ceux dans la fabrication desquels les *mordants* et les *matières colorantes* sont combinés préalablement ensemble pour former des couleurs d'impression.

Les tissus imprimés sont suspendus dans une cuve remplie de *vapeur* d'eau

bouillante, qui produit le même effet que celui que l'on obtient par la teinture, en combinant avec les fibres du tissu les laques colorées formées directement dans les couleurs d'impression.

C'est à cette classe de genres vapeur, dont la fabrication économique et rapide a toujours attiré l'industriel, qu'appartiennent les impressions obtenues avec les dérivés nombreux de l'aniline et de la rosaniline, ainsi que celles des couleurs formées avec les laques de couleurs végétales, telles que celles des bois de Cuba, de quercitron, de fernambouc, de campèche, de l'indigo carminé, etc. La fabrication des mousselines laines imprimées, des foulards de soie pour robes, des tissus de mousseline laine chaîne coton imprimés, appartient donc à cette dernière classe.

PREMIÈRE CLASSE.

Les genres les plus importants qui appartiennent à cette classe sont ceux dérivés de l'indigo, nommés généralement genres bleus de cuve. On les fabrique en imprimant des pâtes ou réserves, qui empêchent la matière colorante de se fixer sur les parties imprimées, et l'on obtient ainsi des dessins blancs sous des fonds bleus. On peut rattacher à cette classe les genres *Lapis* qui, participent cependant des genres qui, appartiennent aux trois grandes divisions que j'ai tracées précédemment. Je donnerai quelques explications au sujet de cette fabrication quand nous en examinerons les produits.

SECONDE CLASSE.

Cette classe renferme les genres si importants dérivés de la garance, du campêche, de la cochenille, etc. Leur fabrication consiste essentiellement en impressions de différents *mordants*, qui, en formant, avec une seule et même matière colorante, des laques différemment colorées, pourront produire, dans le même bain de teinture, des couleurs diverses sur le tissu imprimé. C'est ainsi que, pour reproduire un dessin dont les différentes parties devront être colorées en noir, en rouge, en violet, en rose et en brun, on gravera chacune de ces parties, et on imprimera au moyen des planches ou des rouleaux ainsi gravés, des mordants de pyrolignite de fer pour le noir et le violet, d'acétate d'alumine pour le rouge et le rose, et un mélange des deux sels de fer et d'alumine pour le brun.

Après l'impression de ces sels ou *mordants*, préalablement épaissis au moyen d'amidon, de gomme et de leogomme, on passe les tissus dans l'appareil à oxyder les mordants, puis dans un bain de dégommage ou de bousage, où ils se dépouillent de toutes les parties gommeuses et salines qui n'étant pas fixées, ne peuvent pas concourir à la formation de la matière colorante. Le praticien comprend l'importance de cette opération, et il y procède avec tous les soins possibles. Après cela, on passe à la teinture, et le tissu est plongé dans le bain de garance, de fleur de garance, de garancine ou d'extrait de garance, selon que les *mordants* imprimés sont destinés à produire du rose, du violet, ou les quatre couleurs que j'ai prises pour exemple, réunies dans un seul dessin.

La teinture dure de 1 à 2 heures, et la température s'élève graduellement de 30° à 80°.

Les parties imprimées se colorent comme je l'ai dit, et les parties qui doivent rester blanches se salissent au contact du bain de teinture et se recouvrent d'une teinte plus ou moins foncée. Cette teinte disparaîtra pendant les opérations subséquentes du nettoyage et du blanchissage que l'on fait subir aux tissus après leur teinture.

Quand on emploie de la cochenille au lieu de garance, on obtient des amarantes et des mauves avec les mordants d'alumine, des noirs et des gris avec les

mordants de fer; si c'est du campêche que l'on emploie, les mordants d'alumine produiront des violets, et les mordants de fer du noir ou du gris, selon le degré de concentration de la dissolution ferrugineuse.

C'est là le principe de la fabrication des genres qui appartiennent à la seconde classe; mais il s'y rattache une foule d'autres genres, qu'il est superflu d'examiner ici et pour l'étude desquels je renverrai le lecteur aux ouvrages pratiques que j'ai déjà cités.

TROISIÈME CLASSE.

La troisième classe renferme les genres d'impression dérivés de toutes les matières colorantes qui sont susceptibles de se fixer sur les tissus au moyen d'une teinture sèche ou d'un passage dans un bain de vapeur d'eau bouillante, après avoir été imprimées soit seules, soit combinées avec différents mordants.

Cette classe des genres vapeur est fort nombreuse, et l'on comprend facilement et *à priori* que le fabricant doit chercher à y faire rentrer tous les autres genres d'impressions, quels que soient leurs principes colorants, s'il peut parvenir à donner aux produits qu'il obtient toute la solidité et la fixité qui sont l'apanage des genres qui appartiennent aux deux premières classes, c'est-à-dire de ceux qui dérivent de l'indigo, du cachou et de la garance.

Pour donner un exemple de fabrication du genre vapeur sur coton, supposons que pour avoir des impressions différemment colorées avec la matière colorante de la cochenille, au lieu de procéder à l'impression des *mordants* de fer et d'alumine, puis à la teinture et en dernier lieu au nettoyage des parties blanches des tissus, l'on mêle les mordants de fer ou d'alumine à des décoctions plus ou moins concentrées de cochenille, qu'on épaississe ces mélanges, qu'on les imprime et qu'on vaporise les tissus imprimés; on obtiendra, en lavant simplement ceux-ci dans des appareils de lavage à l'eau froide, les mêmes couleurs que par le procédé de teinture. Le résultat sera plus vite obtenu, le tissu sera moins fatigué puisqu'il aura passé par moins de mains, et les couleurs seront plus vives. Si l'on se figure maintenant un dessin dans lequel on ait besoin non-seulement des couleurs dérivées de la cochenille, mais encore de celles dérivées de l'indigo, de la garance, de l'aniline ou de toute autre matière propre à fournir des composés colorés, on verra quelle facilité le fabricant aura à produire ces tissus couverts de dessins multicolores, s'il peut les imprimer au moyen de couleurs renfermant non-seulement les mordants, mais encore les matières colorantes diverses qu'il ne parviendrait, par l'autre système, à fixer sur les tissus qu'après plusieurs opérations successives, se répétant pour chaque série de couleurs dérivées des matières colorantes qu'il emploie. Au moyen du procédé de *vaporisage*, il peut imprimer et fixer à la fois un nombre indéfini de couleurs, et terminer en deux ou trois opérations, impression, fixage et lavage, le travail qui eût demandé autrefois plusieurs semaines pour être accompli par le procédé de la teinture, après l'impression des mordants.

Presque toutes les matières colorantes connues peuvent se fixer de cette manière sur les tissus de laine, de soie et de coton, la matière colorante de la garance seule n'avait pu jusqu'à présent être isolée dans des conditions assez avantageuses d'assimilation pour que le procédé du fixage à la *vapeur* pût lui être appliqué, et ce n'est que depuis quelques mois que des industriels que j'ai cités sont parvenus à résoudre ce grand problème qui permettra aux fabricants d'indiennes, dans un temps plus ou moins rapproché, de n'avoir pour ainsi dire qu'un seul genre d'impressions, le *genre vapeur*.

La diversité des couleurs dérivées des produits de la houille avait déjà singulièrement simplifié la fabrication des tissus imprimés, grâce à la facilité que

possèdent ces matières brillantes de se fixer sur les tissus de laine et de soie sans l'aide d'aucun mordant. Les tissus de coton, après que leur nature a été pour ainsi dire transformée et rapprochée de celle des étoffes d'origine animale, par une immersion dans des dissolutions albumineuses, sont aussi devenues susceptibles de se combiner avec ces nouveaux produits. Le même résultat s'obtient par le mélange de l'albumine à la dissolution de la matière colorante à l'état de couleur d'impression.

Cette rapidité du travail, jointe à l'éclat tout particulier dont jouissent les couleurs que je viens de nommer, avait fait abandonner ou plutôt négliger la fabrication des genres garancés, mais les efforts de quelques-uns de nos plus habiles industriels se sont concentrés depuis quelque temps sur la production de ces mêmes genres par d'autres moyens moins coûteux et moins longs surtout. Le résultat que l'Exposition universelle nous permet de constater prouve que l'on se rapproche du but, et que les efforts de nos chimistes sont bien près d'être couronnés d'un succès complet.

Le lecteur comprendra aisément que je ne puis faire ici un cours complet de fabrication, et qu'après lui avoir donné les explications sommaires qu'il vient de lire, je suis forcé de le renvoyer aux ouvrages spéciaux que je lui ai indiqués dans mon précis historique. J'ajouterai cependant que quand la fabrication de certains exposants nécessitera des explications plus techniques, je n'hésiterai pas à les donner en examinant leurs vitrines.

Je crois indispensable à la clarté de mon travail de diviser cette dernière revue en plusieurs catégories.

La première renfermera l'exposition des tissus imprimés et teints qui appartiennent aux classes 27 et 45 du 4e et du 5e groupe de l'Exposition.

Dans la seconde, je parlerai des machines qui constituent le matériel du blanchiment, des teintures, des impressions, des tissus et de la gravure des dessins; elle appartient à la classe 39 du 6e groupe.

Dans la troisième classe, j'examinerai les dessins exposés par les artistes industriels, et qui sont dans la classe 8 du 1er groupe.

Enfin, dans la quatrième, je parlerai des matières colorantes exposées à la classe 44 du groupe 5e.

PREMIÈRE CATÉGORIE.

GROUPES IV ET V, CLASSES 27 ET 45.

Dollfus, Mieg et Ce, à Dornach. — Ces fabricants ont résolu le double problème de la production mécanique à bon marché, et de la belle fabrication. Leur magnifique exposition est le résultat de ce système qui tend chaque jour davantage à étendre le marché de l'industrie française au delà de ses anciennes limites. Ce sont, en effet, eux qui, des premiers, ont créé des relations commerciales étendues avec les pays étrangers et qui ont quintuplé le chiffre de leurs affaires en peu d'années, en se posant vaillamment comme les champions de la grande industrie cotonnière française sur tous les marchés où les Anglais dominaient en maîtres. Ils ont établi à Londres même, d'immenses dépôts de marchandises, et ils combattent leurs concurrents sur leur propre terrain, et, je puis le dire, avec un plein succès.

Ces grands fabricants blanchissent mille pièces de cent mètres de longueur par jour, et ils emploient dans cette branche de leur industrie les cuves de lessivage à haute pression du système Pendelbury.

Ce système procure une économie notable de temps et de matières premières et il est suivi avec un plein succès dans la maison Dollfus-Mieg.

Le nombre des machines à imprimer employées dans cette grande fabrique est de vingt, qu'on peut classer de la manière suivante :

5	machines à	1	couleur
2	—	2	»
2	—	3	»
5	—	4	»
3	—	5	»
2	—	6	»
1	—	8	»

Cette dernière machine est de construction anglaise et sort des ateliers de MM. Master et Plott de Manchester.

Le nombre d'ouvriers de la fabrique d'indiennes s'élève à mille environ, mais il ne forme que le tiers du total des ouvriers de cette grande maison.

Les imprimeurs à la planche sont au nombre de deux cents. Ce nombre varie selon les besoins de la fabrication.

La gravure des rouleaux est montée de manière à pouvoir satisfaire à toutes les exigences de la fabrique, et elle emploie un pantographe du système Risgby.

Les ateliers de gravure sur bois et de clichage sont organisés largement.

L'apprêt des tissus ordinaires se fait au moyen de rames tambours, construits dans les ateliers de la fabrique, et pour celui des tissus fins, ces fabricants se servent de rames fixes perfectionnées, de leur invention ; ce système a été adopté récemment par MM. Steinbach Kœchlin et frères Kœchlin. On a aussi réalisé depuis quelque temps dans cet établissement les impressions en couleurs d'application dérivées de la garance. C'est l'extrait de M. Pernod d'Avignon qui a servi à la composition de ces nouvelles couleurs.

La production des indiennes s'élève dans la fabrique de MM. Dollfus-Mieg à cent quarante mille pièces de cent mètres par an. — Ce chiffre est plus éloquent que tout ce que je pourrais dire à ce sujet.

L'exposition des mousselines imprimées à la planche et au rouleau est réellement splendide, et donne une idée juste de l'importance de cette fabrication, dans l'établissement de MM. Dollfus-Mieg.

Les dessins rayures au rouleau sont exécutés avec une grande perfection ; j'ai aussi remarqué celui de la *Belle jardinière* ainsi que celui de l'*Enfant nourrissant des poussins* ; la gravure de ces deux dessins est très-belle et l'impression en est très-pure ; les noirs d'aniline, les roses et les violets de rosaniline sont très-beaux. La nouveauté de l'exposition des mousselines imprimées à la main consiste dans une combinaison de dessins photographiés sur le tissu avec des dessins de fleurs imprimées à la main. Les médaillons sont découpés après l'impression et cousus dans la pièce, ce qui simule une impression courante. Ces robes sont d'un effet original et il paraît qu'elles sont goûtées par le public. Pour que ce genre constituât une fabrication vraiment industrielle, il faudrait que l'impression photographique pût se faire mécaniquement. Quelques essais infructueux ont été tentés dans cette voie, mais il me semble qu'il vaudrait mieux, pour arriver à une reproduction d'un dessin, aussi parfaite que par la photographie, appliquer la gravure héliographique aux rouleaux d'impression. Elle trouverait son application à l'impression des tissus fins et légers qui ne nécessitent pas de gravures profondes. J'ai aussi remarqué de magnifiques robes à dispositiou, à fonds blancs avec des bouquets de fleurs, à vingt planches d'impression, qui sont d'une belle composition et parfaitement exécutés.

Les roses, les violets d'aniline, les verts de chrome sont d'une grande pureté de nuance. Le dessin au rouleau, fond noir avec fleurs violettes à trois nuances

camaïeu, est fort bien rendu ; un autre dessin imprimé au rouleau à une couleur, et dont les trois nuances sont produites par la garance, est d'une exécution parfaite de netteté, et les nuances de camaïeu sont si bien tranchées, que l'on dirait une impression à trois rouleaux.

L'assortiment de toiles à fond blanc pour l'article chemise, est très-beau. J'y ai remarqué des rouges très-vifs en couleur garance d'application imprimée avec le noir d'aniline ; la gravure de ces dessins au rouleau est très-belle et les sujets sont très-bien composés.

L'ensemble de cette exposition est magnifique et maintient la fabrique de MM. Dollfus-Mieg et Comp. au premier rang parmi les grands établissements de l'Alsace.

Gros, Roman, Maroseau et Comp. à Wesserling, Haut-Rhin. — Ce grand et important établissement, qui procure du travail à plus de quatre mille ouvriers, a réalisé depuis quelques années de nombreuses améliorations dans les différentes parties qui constituent l'ensemble de sa fabrication. Le nouveau traité de commerce et le prix élevé des tissus ont rendu ces améliorations d'autant plus nécessaires que les fabricants de Mulhouse en avaient déjà réalisé quelques-unes. La beauté des produits de la maison ne suffisait plus pour lui permettre de lutter avantageusement avec la concurrence ; il fallait arriver à une fabrication plus économique et plus rapide, et par conséquent à une production plus considérable. Je vais indiquer en quelques mots en quoi consistent ces améliorations, et je me guiderai pour cela d'après les notes que je dois à l'obligeance de M. Maroseau lui-même.

1° La fixation rapide du mordant sur les tissus imprimés devait appeler avant tout l'attention du fabricant : aussi l'une des plus importantes améliorations et la première qui fut réalisée dans cette grande fabrique a été une chambre d'oxydation continue, ou coursier d'oxydation (voir mon article des *Annales du Génie civil*, mai 1866). Cette chambre qui n'existait pas en Alsace, d'où l'avaient fait rejeter des premiers essais infructueux, rend à la fabrique de Wesserling des services signalés par la rapidité et la régularité du travail. On l'emploie pour les marchandises les plus chargées de couleurs, les fonds puces garancine, et l'avantage obtenu se confirme chaque jour sur l'ancien étendage en usage dans la plupart des fabriques d'Alsace. La pièce est oxydée par un double passage, dans l'espace de trente minutes, sans qu'on y remarque les inégalités qu'on observait souvent avec l'ancien mode de fixation.

2° Le dégorgement ou bousage des pièces se fait rapidement au moyen d'une nouvelle cuve de bousage où la vapeur d'eau bouillante joue un rôle important. Cette vapeur s'échappe d'un tuyau pour traverser la pièce au moment de son entrée dans la cuve ; des tuyaux à jets d'eau continus sont disposés à sa sortie de manière à opérer un nettoyage partiel et immédiat, et la rapidité de ce nouveau système permet de dégommer deux mille cinq cent mètres par heure avec un seul appareil.

3° Les anciennes cuves à savonner ont été remplacées par un système de cuves accouplées, à savon continu, qui permet de savonner les pièces après la teinture avec une grande économie de temps et de matière première.

Ce système est applicable aux articles les plus difficiles.

4° Les anciens foulons sont remplacés par des machines à laver composées de huit cuves de lavages placées les unes à côté des autres : les pièces passent successivement et d'une manière continue d'une caisse à l'autre en traversant toujours de l'eau propre, ce qui est un point important. Le résultat est décisif, et une pièce sortant d'une cuve de teinture, engagée dans la machine à laver, est parfaitement nettoyée après un seul passage.

5° La gravure à la molette a été remplacée par celle au pantographe, et c'est des ateliers de M. Hummel, de Berlin, que sortent les machines à graver que la maison de Wesserling emploie. Le choix de ce constructeur est dû sans doute à l'expérience que le chimiste actuel de la fabrique avait fait précédemment de ses machines, pendant le long séjour qu'il fit dans un établissement de Berlin.

6° Le flambage au gaz, du système de M. Tulpin aîné, constructeur de Rouen, a remplacé les anciens systèmes à griller les tissus.

Les étoffes sont flambées deux fois de chaque côté, sans frottement dans les lisières. J'examinerai cet appareil en parlant des machines exposées par ce mécanicien habile et dont je connais par expérience les avantages.

7° Les impressions au rouleau de dessins de sept à huit couleurs, ont pris dans la maison une grande importance, et leur exposition offre plusieurs spécimens de ces genres exécutés avec une grande perfection.

La gomme du Sénégal a été remplacée par la gomme de l'Égypte pour l'épaississement des couleurs ; les nouveaux produits de rosaniline de MM. Poirrier et Chappat, dont j'ai parlé dans mes précédents articles, et les verts d'aniline sont employés avec avantage pour la fabrication des tissus de laine et de coton imprimés.

8° La plus grande innovation que la maison de Wesserling ait adoptée, est la fabrication des couleurs d'application dérivées de la garance, qui est due, comme je l'ai dit, à M. Oscar Scheurer, de Thann. L'exposition de ce fabricant nous en offrira des spécimens remarquables, et la maison Wesserling adoptant le même système de fabrication a pu réaliser des genres d'impression solides, bon teint, que d'autres maisons ne font qu'en couleurs d'application petit teint.

L'exposition de la fabrique de Wesserling prouve, mieux que le court exposé que je viens de faire, les immenses progrès qui y ont été réalisés. Elle a su réunir tous les genres nouveaux et n'a cependant pas encore abandonné la fabrication coûteuse des genres garancine avec enluminage riche, même celle si ancienne des rouges et roses campagnes au rouleau, avec enlevage jaune imprimé à la main.

Cette exposition consiste en :

Mousselines pour robes à disposition, d'une très-belle exécution, et à dessins fort riches. Les dessins de fleurs naturelles avec bordures unies, de couleurs roses, violettes et vertes d'aniline, sont très-bien exécutés, les couleurs en sont très-fraîches et d'une grande pureté de ton.

Indiennes riches à bandes de cachemire alternées de bandes à fond violet vapeur, et de bandes fond chamois avec enluminage de fleurs naturelles. Elles sont fabriquées avec le soin et l'attention que nécessite une fabrication aussi compliquée et aussi riche.

Indiennnes en couleurs d'application dérivées de la garance, d'une très-belle fabrication.

Indiennes au rouleau imprimées en rouge et rose, genre panamas, avec impression à la planche en jaune de chrome, enlevage au chlore pour l'enluminage.

Châles de laine, genre cachemire. Les dessins sont riches, bien imprimés et les couleurs harmonieuses.

Belles robes de cachemire imprimé, de popeline et de foulard de soie.

Cette exposition est sans contredit une des plus complètes de la salle qui renferme les produits des fabriques d'Alsace. Il faut encore joindre aux différentes fabrications que je viens d'énumérer celle des meubles sur coton, en couleur garance et en couleur vapeur d'une fort belle réussite.

Japuis Kastner et Comp. à Claye. — Étoffes pour meubles de cretonnes impri-

mées. Dessins à fonds de feuillages à trois verts camaïeux, avec petits amours dont les figures en raccourci sont bien rendues.

Leurs rouges garancés sont très-vigoureux, nets et vifs, et les nuances de gris mode très-fraîches.

Kœchlin frères. — Leur exposition de mousselines imprimées au rouleau ne laisse rien à désirer ; j'ai remarqué, entre autres, un dessin à bandes composé de pensées parfaitement rendues : les violets d'aniline à trois nuances, rehaussés de marron et de couleur paille sont très-beaux et transparents ; le même dessin est bien rendu sur tissu de reps. J'ai aussi remarqué un dessin au rouleau à quatre couleurs composé de petites roses imprimées en orange avec feuillage noir d'un joli effet.

Le dessin queue de paon est parfaitement réussi, les violets d'aniline, les noirs d'aniline, et les couleurs modes sont d'une grande précision.

Cette fabrication des petits dessins imprimés au rouleau à sept et huit couleurs est sans rivale au palais de l'Exposition. Les genres garancine avec rentrure d'enluminage à la main sont bien fabriqués, et les spécimens de l'article couleurs de garance d'application, sont dignes d'attirer l'attention de l'observateur.

Steinbach Kœchlin. — Cette exposition est remarquable par la beauté et la richesse de ses dessins de châles genre cachemire. — La fabrication en est très-harmonieuse, et les effets de vert et rouge qui sont imprimés entre les contours du dessin cachemire, sont purs et nets. Les couleurs en sont pures et très-vives, et l'ensemble de cette belle fabrication fait honneur à cette ancienne maison. J'y ai surtout remarqué des cretonnes imprimées pour étoffes de meubles qui sont d'une belle réussite ; entr'autres : un dessin au rouleau à fond rouge et gris d'enluminage; quelques dessins de cachemire en couleurs vapeur, rouge ponceau cochenille et enluminage ; un dessin de chinoiserie et quelques dessins au rouleau à huit couleurs ; une jolie exposition de toiles et de mousselines ; on y voit quelques jolis dessins de toile en couleur garancée d'une grande délicatesse; des noirs d'aniline très-beaux; des verts à l'oxyde de chrome, imprimés en rayures au rouleau; d'autres rayures en rouge et rose garancés.

La partie saillante de cette exposition est la fabrication de ses châles imprimés, et de ses cretonnes imprimées pour étoffes de meubles.

Schlumberger fils et Comp. — L'exposition de cretonnes imprimées pour meubles est fort belle et d'une grande richesse de dessins.

La plus belle de ces compositions est sans contredit celle qui représente des faisans au milieu de fougères ; elle est due à un dessinateur attaché à la maison, M. Schaûb, qui a fait une véritable œuvre d'art, tout en restant dans les limites d'une fabrication qui ne présente pas de difficultés exceptionnelles. L'impression en est fort belle, très-nette, les couleurs en sont harmonieuses. Ce dessin a été imprimé sur une étoffe d'un mètre quatre-vingts centimètres de large, ce qui permet d'en juger complétement l'effet.

Les dessins de fleurs pour étoffes de cretonne et de toile, pour meubles, sont d'une belle exécution; les rouges et roses garancés à la planche sont d'une grande pureté de ton et les fonds rouges et puces imprimés à la main sont nourris et d'une belle nuance. Le dessin *perroquet*, imprimé au rouleau à huit couleurs est bien rendu ; la fabrication en est très-soignée. Il en est de même de plusieurs autres dessins à quatre couleurs imprimés au rouleau en couleurs d'aniline, solférino, magenta ; les médaillons représentant les portraits de la famille impériale font ressortir la pureté des tons.

Les noirs d'aniline imprimés au rouleau sont beaux ; on voit aussi quelques

petits dessins imprimés en violet et rouge garance d'application ; des impressions en couleur vapeur sur satin qui n'offrent qu'un médiocre intérêt.

Le mérite de cette exposition consiste surtout dans la belle exécution des impressions pour meubles, en couleur garance avec enluminage de couleur vapeur. Cette belle fabrique emploie dix machines à imprimer au rouleau de deux à huit couleurs.

Thierry-Mieg et Comp. Cretonne imprimée pour étoffe de meubles : satin de soie imprimé.

Jolie collection de perses pour meubles. Tapis imprimés, dessins riches et belle fabrication.

Fries-Reber, à Kingersheim. Belle fabrication de tapis imprimés, et de châles à fleurs.

Mousselines de laine pour robes, imprimées à la main, genre riche.

Paraf-Javal frères et Comp. Thann. Indiennes garancées à fond blanc pour l'article chemise.

Indiennes garancées, fonds violets.

Mousselines, genre cachemire en couleur vapeur.

Cette dernière fabrication est terne et les couleurs sont passées.

Rubans de reps de coton imprimés au rouleau. Dessins en rayures, couleurs d'aniline d'une bonne fabrication.

Zurcher et Comp., de Cernay. Étoffes de cretonne et de calicot imprimées pour meubles.

Indiennes imprimées à la main en camaïeux roses garancées avec rentrure d'un fond jaune de gaude ou de quercitron, et de couleurs d'enluminage. Ce genre très-ancien ne se trouve dans aucune autre case de l'Exposition.

Scheurer-Rott, de Thann. L'exposition de ces fabricants est surtout remarquable par la collection très-complète des nouveaux genres d'impression avec les couleurs d'application dérivées de la garance. Ce genre de fabrication dont j'ai déjà fait ressortir l'importance dans la première partie de cette Étude, est depuis plus de trente années l'objet de toutes les recherches qui ont été faites sur les matières colorantes de la garance. M. Oscar Scheurer est parvenu à un résultat qui permet de prédire le plus bel avenir à cette fabrication.

Les doubles roses imprimés au rouleau sont aussi frais que ceux obtenus par la teinture et l'avivage.

Les rouges, roses, noirs de petits dessins à plusieurs couleurs, imprimés en même temps que le vert, l'orange, le bleu et toutes les autres couleurs d'enluminage, sont très-vifs et rappellent tout à fait la belle fabrication si lente et si difficile des genres garancés à fonds blancs avec enluminage de couleurs de rentrure verte, bleue, chamois, etc.

Dans cette nouvelle fabrication, toutes les couleurs sont imprimées simultanément, quel qu'en soit le nombre et l'origine, qu'elles proviennent de la garance, ou qu'elles dérivent des matières colorantes fixées par l'albumine ; et il suffit, pour les fixer sur le tissu, d'un simple vaporisage, comme pour les autres couleurs vapeur provenant des différents bois de teinture.

Les couleurs provenant de la garance, fixées de cette manière, sont complétement solides, et résistent à l'action du savon et à celle de la lumière, comme celles que l'on obtient par les opérations si lentes et si coûteuses du fixage des mordants, du bousage, de la teinture et du blanchissage des fonds. La révolution produite par cette application nouvelle dans la fabrication des indiennes est en voie de s'accomplir, et M. Scheurer est celui de nos fabricants qui aura le plus contribué à cette grande conquête par ses recherches dirigées avec science et persévérance.

Je ferai remarquer ici que les violets obtenus par ce nouveau mode de fabrication sont supérieurs encore aux violets teints en fleur de garance, sous le rapport de la fraîcheur des nuances et de leur intensité.

Pour compléter cette belle série de couleurs garance-vapeur, il faudrait des bruns imprimés en fond au rouleau, et des noirs au rouleau en plus fortes masses; cette dernière couleur est cependant moins nécessaire, car le noir d'aniline est supérieur à tous les noirs de toute autre origine, et je crois bien que la science industrielle a dit son dernier mot en produisant cette admirable couleur.

L'exposition de M. Scheurer-Rott est donc une des plus importantes que nous ayons sous les yeux; et elle est comme le prologue hardi d'une œuvre nouvelle qui ouvre à la fabrication qui nous occupe une voie dans laquelle elle marchera rapidement désormais.

Les améliorations successives que j'ai précédemment mentionnées et qui se sont produites dans la fabrication des indiennes garancées, ont amené de grandes économies de temps, il est vrai, mais elle ne peuvent soustraire le fabricant à la nécessité d'employer de vastes ateliers de teinture, d'oxydation, de bousage, de savonnage, etc.... La transformation sera plus complète dans un espace de temps désormais bien court. La grande et belle industrie des toiles peintes, après une carrière glorieuse, hérissée de difficultés que le génie de nos plus grands et de nos plus persévérants industriels a pu seul surmonter, se trouvera simplifiée d'une manière merveilleuse et réduite à un petit nombre d'opérations : l'impression, le fixage et le lavage. Le savonnage actuel devra être supprimé.

La belle découverte des couleurs d'aniline avait déjà occasionné une diminution notable dans la fabrication des genres garancés qui, malgré les innovations les plus ingénieuses, ne répondait pas complétement encore aux exigences nouvelles de rapidité et d'économie imposées à l'industrie moderne. L'application des couleurs dérivées de l'aniline sur les tissus de coton est sans doute fort belle, très-brillante, elle est d'une exécution simple, rapide, mais leur peu de stabilité ne permet de les employer que pour certains genres d'impressions et sur des tissus de coton légers. Elles ne peuvent, à l'exception du noir, servir de base à l'impression des étoffes de coton destinées à être souvent lavées mais seulement comme accessoire, comme couleur d'enluminage, et il était toujours réservé à la matière colorante de la garance de former les couleurs les plus essentielles des indiennes bon teint.

Le double problème de la solidité des nuances et de la rapidité dans la production se trouve résolu aujourd'hui par la nouvelle application des couleurs dérivées de la garance, et c'est là ce que chacun considèrera sans doute comme le progrès le plus remarquable que l'on puisse attester à l'exposition des tissus imprimés.

M. Oscar Scheurer emploie pour ce genre d'impressions les alizarines fabriquées par MM. Schaaff et Lauth, de Strasbourg, d'après le procédé de M. Kopp, dont j'aurai l'occasion de parler, en examinant la vitrine de ces habiles industriels.

EXPOSITION DE ROUEN.

Lemaître, Lavotte et fils, à Bolbec. Indiennes pour meubles, genre garancine au rouleau ; les parties blanches des fonds et des dessins sont trop bleuties à l'apprêt et cet excès d'outremer dans la pâte nuit à la vivacité des rouges sans que le blanc y gagne.

L'article garancine à fonds couverts est bien fabriqué.

Genre garance, fond blanc, pour chemises.

Genre fond chamois pour chemises.

Henry, à Maromme-les-Rouen. Impressions d'enlevage blanc sur fond noir au campêche.

Impressions de meubles vapeur d'une fabrication assez médiocre.

Tissus de coton imprimés au rouleau en orange de chrome d'une bonne fabrication.

Fauquet Ernest. Impressions sur tissus de coton, genre garancine ; genre vapeur au rouleau ; genre violets garance d'une bonne nuance.

Mouchoirs imprimés, genre garancine.

Keittinger et fils. Très-belle fabrication de noirs au campêche avec enlevage blanc, imprimée au rouleau.

Genre garancine avec orange, impressions au rouleau très-bien réussies.

Impressions de violets d'aniline avec fond puce au rouleau à quatre couleurs.

Tissus de laine, chaîne coton, imprimés au rouleau, genre simple et bon marché ; beaux rouges et noirs.

Article mouchoirs vapeur bien fabriqués.

Hazard (Narcisse). Tissus de coton imprimés au rouleau à deux, trois et quatre couleurs. Genre garancine, puce, rouge avec cachou et violet, ou gris mode, très-bien imprimé et d'une belle fabrication.

Daliphart, Dessaint frères et Comp. Ces fabricants ont fait de notables progrès, et leurs produits, qui sont plus variés, sont en même temps mieux fabriqués que ceux que j'ai été appelé à examiner, il y a quelque temps, dans leur établissement de Radepont.

Genre bleu cuvé avec réserve blanche.

Genre garancine ordinaire avec fond puce et cachou, fond puce, rouge et violet.

Genre fonds blancs.

Impression de meubles à deux couleurs au rouleau, d'une fabrication médiocre.

Girard et Comp. Très-belle exposition de tissus de coton imprimés.

Percales pour chemises imprimées au rouleau à deux couleurs, dessins à sujets divers d'une bonne gravure et bien exécutés ; genre garance, fond blanc, fond chamois, d'une bonne réussite, rayure au rouleau en noir d'aniline.

Impressions au rouleau en deux roses et en violet garance (fleur de) bien exécutées.

Mouchoirs genre garancine, fonds variés.

Impressions de meubles à une couleur sur fond, et de meubles, fond rouge garancé avec sujets en gris bien réussies.

H. Rondeaux. Tissus imprimés, genre vapeur et genre garancine.

Jolie collection de petits dessins au rouleau à deux et trois couleurs, et d'une bonne fabrication.

Impressions au rouleau à quatre couleurs, en deux violets, et deux gris, bien exécutées.

Cordier. Tissus de coton imprimés ; genre garancine, puce, violet, cachou et rouge d'une réussite médiocre.

Mouchoirs petit teint pour l'Algérie.

Mouchoirs fond rouge Andrinople avec enlevage bleu, blanc, vert, bien fabriqués.

Mouchoirs fonds noirs avec enlevage orange, enluminage vert, de bonne fabrication.

Teinture de velours et de toile en rouge turc d'une belle nuance.

Velours imprimés pour meubles.

Tassel. Impressions sur tissus de coton ; genre garancine au rouleau.

Genre d'impression petit teint.

Puce et rouge vapeur au bois de santal, avec violet d'aniline d'une bonne fabrication. (Genre vapeur.)

Impressions au rouleau en noir, puce, rouge et orange, garancine.

En somme, la fabrication des industriels de Rouen est restée dans les limites qu'ils se sont tracées depuis longtemps. Les genres dits *garancine* sont traités avec une grande habileté, mais peu d'entre ces fabricants ont voulu essayer leurs forces dans d'autres branches de la fabrication.

M. Girard est celui d'entre eux qui a réuni le plus grand nombre de genres d'impressions, et il a, sans contredit, l'exposition la plus complète de la salle de Rouen.

Cette adoption des genres garancine et noirs campêche par la fabrique de Rouen a produit des résultats auxquels on pouvait s'attendre ; ces impressions sont produites à Rouen avec une grande perfection en général, et surtout avec une économie que l'Angleterre elle-même n'est pas parvenue à dépasser. C'est là un triomphe véritable qu'il est nécessaire de constater ici.

EXPOSITION DE PARIS ET DE LYON.

Larsonnier frères et Chenest, à Paris. Cette importante maison possède : à Guise, dans le département de l'Ain, un peignage, une filature et un tissage mécanique de laine, un tissage à la main à Saint-Quentin.

A Puteaux, une fabrique d'impressions sur tissus de laine, sur chalys, à la perrotine et au rouleau ; une blanchisserie et des ateliers d'apprêt.

A Mulhouse, une fabrique d'impression sur tissus de laine à la planche.

L'exposition de cette maison est fort belle et par la variété de ses genres d'impressions, la beauté de ses tissus, le choix de ses dessins et la bonne réussite de sa fabrication, elle mérite la première place. Il y a dans la vitrine de ces fabricants une division dans les produits, qui indique au visiteur pour quels pays ils ont été spécialement fabriqués. Tels dessins, telles couleurs sont destinés au Japon ; d'autres au Mexique, et ces derniers au Brésil.

Les impressions sur mousseline-laine, sur chalys, à la perrotine à compartiments sont très-bien réussies. La perrotine a conservé dans cette maison une place importante, grâce aux différentes améliorations apportées à sa construction.

On voit aussi dans la vitrine de ces fabricants de très-belles robes de chambre imprimées, avec dessins de cachemire.

Des robes à disposition d'une très-belle exécution ; les fleurs des dessins sont bien imprimées et composées avec goût.

C'est à la main d'un véritable artiste qu'en est due la composition. La couleur unie de la bordure est d'une grande fraîcheur.

Guillaume, de Saint-Denis. L'exposition de ce fabricant dénote une entente parfaite des impressions d'étoffes de laine à la planche, des tissus de poils de chèvre mêlés de soie imprimés pour robes ; les couleurs des fonds sont, malgré la difficulté de cette fabrication, très-unies, et aussi fraîches que si elles avaient été teintes.

Les bouquets de fleurs imprimés sont fort gracieusement composés par M. Gattiker, dessinateur de talent.

Les effets de blanc produits par une impression de couleur au blanc de zinc fait après le lavage des pièces, donnent du brillant et du relief à l'ensemble de la fabrication.

Foulards imprimés pour robes ; les couleurs d'enluminage sont franches et vigoureuses de ton.

Tissus de chaîne coton imprimés avec des dessins à plusieurs couleurs ; cette fabrication est très-soignée, et rappelle celle des tissus de laine pure, tant elle a de brillant.

Quelques châles à coins ; dessins de paysage d'un goût douteux ; les effets y sont trop durement accusés, et les couleurs trop crues. Mais l'exportation a ses exigences. L'ensemble de cette exposition est satisfaisant et fait d'autant plus d'honneur à ces fabricants, que leur lutte avec les industriels de Mulhouse est plus difficile à soutenir. Ils sont les seuls fabricants des environs de Paris qui aient conservé la fabrication des impressions riches à la main, malgré l'énorme différence des salaires des ouvriers de Paris et de Mulhouse.

Vᵉ Godefroy et fils, à Puteaux. Tissus de laine imprimés au rouleau, à la perrotine et à la planche.

Mousselines laine teintes en nuance légère, imprimées à la perrotine à trois couleurs, et, après le lavage, imprimées en soubassement d'un semis d'or. Cette fabrication n est pas nouvelle et l'impression en or ne ressort pas assez sur le fond.

Jolie collection de mousselines de laine à fond blanc, imprimées à la perrotine en deux et trois couleurs. Cette fabrication est surtout remarquable par le prix peu élevé de la façon. Elle ne dépasse pas cinquante centimes par mètre; quand il n'y a qu'une couleur, elle est de cinq et de sept centimes. La grande spécialité de cette ancienne maison est le genre d'impression sur drap (grande largeur), pour pantalons, manteaux, etc. Les rouleaux gravés sont de 1ᵐ60 à 1ᵐ80, et les prix de façon sont de quinze, vingt et vingt-cinq centimes par mètre.

C'est une fabrication fort bien entendue et qui est combinée pour imiter les tissus de laine tissés pour l'habillement. Elle n'offre, du reste, pas de grandes difficultés dans l'exécution.

Brunet-Lecomte et Compagnie, à Bourgoing (Isère). Tissus de soie, de laine et de coton teints ; impressions combinées avec la teinture.

Impressions de foulards garancés, genre vapeur; fonds noirs avec dessins à plusieurs couleurs; cette fabrication est fort belle et d'une réussite complète. Impressions de dessins sur chaîne, formant ce qu'on appelle des impressions chinées d'une grande richesse. Les dessins qui sont dus à M. Gattiker sont d'une composition vraiment artistique et exécutés avec goût. Le dessin de fleurs naturelles disposées en encadrement, avec deux enfants accroupis sur un socle comme sujet, est d'une grande perfection; la fabrication en est parfaite; la gravure, l'impression et la combinaison des couleurs dénotent une grande habileté et une science véritable.

Trœsler et Comp., à Jallieu (Isère). Foulards imprimés, genre garancé, genre vapeur, orange au rocou ; très-bien fabriqués.

Impressions remarquables sur tissus de soie pour meubles et pour robes.

Impressions d'enlevages blancs sur chaînes de soie teinte en violet d'aniline. Ce genre d'enlevage, dont j'ai parlé dans mon précédent article, est exécuté avec la plus grande perfection, et il offre de grandes ressources de fabrication à celui qui a su, comme M. Trœsler, en faire une aussi habile application.

L. Chocqueel. Châles, robes et tissus d'ameublement imprimés. La partie saillante de cette exposition consiste en une belle collection de robes en mousseline de tarare imprimée. Les dessins sont d'un goût parfait et les couleurs dé-

rivées de l'aniline acquièrent sur ces tissus légers la transparence et la pureté de ton que l'on retrouve seulement dans la nature.

Rouzé et Vachon. Très-belles impressions sur chaîne de soie, puis tissées en trames et moirées, d'un effet très-riche. Cette fabrication, qui est exécutée avec une grande perfection dans plusieurs établissements de Lyon, est le résultat d'une heureuse combinaison de l'impression avec le tissage. Je l'ai décrite dans mon traité d'impression sur tissus de soie, et je ne puis qu'en mentionner les plus splendides résultats au visiteur qui voudra bien s'arrêter avec moi devant la magnifique exposition lyonnaise. Continuons donc notre revue que je suis forcé de faire plus rapide que je ne le voudrais, mais il faudrait des volumes entiers pour la faire complétement. Je ne pourrai que signaler les fabricants qui se sont spécialement occupés des impressions sur tissus de soie.

Trapadoux A. et Comp., à Lyon. Exposition fort belle et très-variée de foulards garancés, de foulards imprimés pour robes, de cravates. Les foulards de poche sont très-beaux et d'une nuance vive et franche ; les couleurs d'aniline sont très-nettes.

J'en dirai autant des différentes expositions de *Pierron et Roche*, de Lyon ; de *Perrin et Reval-Sandoz*, de Lyon, et de *Favrat frères*, de Lyon ; leurs foulards imprimés sont d'une belle fabrication et prouvent l'habileté de ces fabricants.

Francis Revillod. Ce fabricant de Lyon est le créateur de l'impression sur chaîne, et c'est là un véritable titre de gloire industrielle ; car, comme je l'ai dit précédemment, c'est à cette magnifique application que la fabrique de Lyon doit quelques-uns de ses plus beaux produits.

Très-belle collection de foulards imprimés avec dessins variés, et en couleurs de toute nature dérivées de la garance et des composés d'aniline.

Une grande quantité de ces foulards est imprimée mécaniquement d'après un procédé inventé par M. Révillod. Ce nouveau procédé lui permet d'imprimer sept cent cinquante foulards à plusieurs couleurs en dix heures de temps. C'est là un progrès d'autant plus grand que les impressions sont plus nettes et les couleurs aussi fournies que par les impressions à la main. L'imprimeur le plus habile imprime en effet à peine *trente* foulards à cinq couleurs en dix heures de travail.

Charrasse, à Lyon. Belles impressions sur tissus de soie, et imitation de brochés.

Durand frères, Lyon. Exposition très-variée de crêpes, de foulards imprimés pour robes à fonds noirs et enluminages de toutes couleurs ; ce genre de petits dessins est très-bien exécuté en réserve et couleurs rentrure d'une grande fraîcheur ; foulards garancés ; foulards imprimés en couleurs d'aniline ; foulards imprimés sur fond blanc d'une bonne fabrication.

Lamy Giraud. J'ai remarqué dans la belle collection de soieries de ce fabricant une robe à fond rose dont le dessin imprimé sur chaîne représente une corbeille remplie de fleurs de toutes espèces. L'exécution en est parfaite de délicatesse et les couleurs sont très-harmonieuses. La trame est rose et donne encore plus de douceur à l'ensemble.

Je citerai encore la jolie exposition de crêpes de toutes couleurs de *Pravaz* et de *Montessuy et Chomer ;* les magnifiques impressions sur chaînes et tramées gris de Naples de *Schultz et Béraud ;* ainsi que les impressions chinées sur chaîne, grand façonnés pour robes, de *Coquet-Vauzelle et Cote,* de Lyon.

J'ai remarqué ainsi les foulards façonnés et les armures imprimées de *Dorcy et Comp. ;* les magnifiques tissus de *Million et Servier*, de Lyon, de velours noirs, oranges, verts, gris, roses et bleus, façonnés et ses impressions chinées de splendides bouquets de fleurs ; les impressions sur chaîne pour velours, de *G. Hooper.*

Ce dernier genre d'impression que j'ai introduit en Russie, il y a une quinzaine d'années, nécessite plus de soins encore que les impressions ordinaires. Il faut que le fabricant calcule la grandeur de ses planches d'impression pour que, la réduction du fil de la chaîne une fois faite, le dessin soit reproduit dans ses dimensions normales ; il faut aussi que l'intensité des couleurs d'impression soit quatre ou cinq fois moins grande que pour une impression ordinaire ; des couleurs qui seraient à peine visibles sur un tissu ordinaire, acquièrent par la réunion finale des fils en tissu de velours, une intensité de ton suffisante pour praduire des effets de camaïeu.

Je reprocherai peut-être à M. Hooper d'avoir trop peu tenu compte de cet accroissement d'intensité des couleurs ; ses effets de camaïeu sont un peu lourds et les nuances trop peu tranchées. Néanmoins, à part cette légère imperfection, la vitrine de ce fabricant renferme des produits fort riches et d'une très-belle exécution.

Je pourrais encore citer les noms de bien des fabricants qui ont exposé des produits fort beaux et dignes d'attirer l'attention du visiteur, mais l'espace me manque et je suis forcé de terminer ici l'examen des produits de Lyon. Il suffira de parcourir cette admirable galerie pour être frappé non-seulement de l'éclat des couleurs, mais aussi de leur harmonie. Il est évident que la soie en elle-même, par son propre brillant, donne plus de valeur encore à la richesse des tons produits par les dérivés de l'aniline et de la toluidine. Il fallait donc éviter les effets trop éclatants, et, tout en appliquant ces magnifiques productions de la chimie moderne, les marier ensemble de telle sorte que le regard soit attiré sans être blessé. La nature elle-même sert de modèle à nos grands industriels et aux artistes qui y cherchent leurs inspirations ; aussi ces magnifiques bouquets de fleurs, cueillis dans nos jardins, n'ont pas plus d'éclat que ceux qui sont reproduits sur ces splendides tissus des vitrines de Lyon ; c'est la même délicatesse, la même transparence dans les pétales de ces roses, c'est la même perfection de dessin, la même grâce dans l'arrangement et dans l'harmonie des contrastes. La nature est prise sur le fait et reproduite avec un talent parfait et un grand bonheur.

L'exposition des fabriques de Lyon fait le plus grand honneur à nos industriels, et je puis dire ici, sans crainte d'être contredit, que si les découvertes récentes des couleurs dérivées de l'aniline ont permis aux fabricants étrangers de faire des impressions aussi brillantes, ils ont été surpassés par les industriels de la France, dans tout ce qui touche au domaine de l'art. L'industrie française a toujours eu, et, espérons-le, conservera toujours le privilége de donner à ses productions un cachet particulier qui rappelle l'artiste, qui laisse percer sous ce travail à la mécanique, une pensée élevée, créatrice. La fleur imprimée n'est plus seulement entre leurs mains une représentation plus ou moins exacte d'une fleur naturelle, avec ses tons admirables, mais qui seraient durs, si la transparence des tissus ne leur donnait une douceur et un velouté que les plus grands peintres s'efforcent, souvent en vain, d'atteindre ; la fleur est non-seulement bien reproduite, mais elle a, je puis le dire, de la vie et de la transparence. Elle est destinée à orner les toilettes gracieuses de la femme, aussi se marie-t-elle avec les velours les plus riches, avec les moirés les plus brillants dans lesquels elle vient se fondre, par la volonté du fabricant, sur le tissu même. Celui-ci, par cette combinaison savante qui est un miracle de l'industrie, n'est plus simplement une étoffe tissée mécaniquement par une machine brutale, imprimée au moyen d'une planche gravée ou d'un rouleau mu par la vapeur ; c'est tout cela, mais en outre c'est une œuvre artistique, c'est le résultat, le produit final de cette alliance de l'industrie et des beaux-arts qui fera toujours la gloire et

l'originalité de la fabrication française. J'espère que ces réflexions ne paraîtront que justes, même à l'étranger qui parcourra ces salles de Paris, de Lyon et de Mulhouse, et qu'il verra dans chacune d'elles des preuves irréfutables de la vérité de mon assertion.

Continuons donc à marcher dans cette voie qui convient le mieux à nos aptitudes, et, tout en progressant au point de vue purement industriel, tout en suivant, en dépassant même les Anglais dans leur production rapide, tout en employant les meilleures méthodes de production économique, en inventant les appareils les plus ingénieux pour fabriquer des quantités considérables de marchandises dans un espace de temps relativement minime, nous devons maintenir notre rang dans la grande industrie, et conserver à tous nos produits même les plus minimes et les moins coûteux, cette valeur artistique que rien ne peut remplacer.

Il existe une école qui, depuis longtemps, nous dit : Voyez ce qu'on fait en Angleterre, en Allemagne, imitez ces peuples ; votre industrie, votre commerce ne pourront qu'y gagner. Je nie formellement la vérité de ces théories dans ce qu'elles ont d'absolu, et qui, si elles se réalisaient, seraient au contraire la ruine totale de notre industrie. Sans doute, il faut observer ce qui se passe chez nos voisins, ne rien ignorer des progrès industriels qu'ils ont pu réaliser ; il n'est pas permis à notre époque de rester en dehors du courant de la science et des arts chez des peuples étrangers ; il faut au contraire tout apprendre, tout étudier, et ne pas s'endormir sur ses succès, comme je l'ai déjà dit dans mon introduction à cette Étude, mais de là à cette imitation servile des produits anglais, allemands, américains ou chinois, il y a une grande distance. Notre génie est, quoiqu'en disent certains esprits, essentiellement créateur, en industrie comme en autre chose. Il ne doit pas se laisser détourner par des conseils erronés de sa voie naturelle, et tout en prenant, partout où il les trouve, les éléments nouveaux qui peuvent contribuer à lui donner des forces nouvelles, il doit rester *lui-même*, et conserver cette marque distinctive qui rend ses productions si recherchées dans toutes les parties du monde.

J'ai parcouru l'Allemagne en tout sens, ainsi que la Russie, l'Angleterre et la Hollande, et partout la vérité de ce que je viens d'énoncer m'apparaissait plus vive à mesure que j'étudiais plus profondément cette question économique de laquelle dépendent aujourd'hui la fortune et l'influence d'un peuple. Ce qu'il nous fallait, M. Dollfus l'a dit, il y a longtemps, et le gouvernement l'a mis au jour par ses nouvelles lois sur le commerce, c'est la liberté ; ici, comme en toute chose, elle a tout vivifié ; elle a réveillé notre industrie qui s'endormait dans l'emploi des machines dont on reconnaissait bien l'insuffisance, mais qu'on conservait par habitude ; aujourd'hui, tout a été renouvelé en quelques années, le vieux matériel de nos usines a disparu pour faire place à ces inventions nouvelles dont nous voyons d'admirables spécimens au Palais de l'Industrie. Le commerce a décuplé ses transactions, car il peut se présenter partout aujourd'hui avec des produits qui, tout en étant, dans certains cas, à bon marché, ne sont pas une copie servile des produits similaires étrangers, et ont conservé la marque originelle, qui fait leur succès sur les marchés du monde. C'est au commerce de s'étendre, c'est à lui de trouver de nouveaux débouchés ; la protection ne pourra plus lui manquer désormais sur les routes que la France lui a tracées, et l'Exposition universelle prouvera aux esprits prévenus que l'industrie française ne lui fera jamais défaut.

Je terminerai l'étude de cette première catégorie par l'examen rapide des produits de la teinture en uni, des fils et des tissus, puis je passerai à la revue

des produits étrangers et à la description de quelques appareils nouveaux employés dans les fabriques d'impressions et dans le blanchiment des tissus.

Produits de la teinture.

Il est évident que la découverte de ces admirables couleurs dérivées de l'aniline, dont j'ai parlé dans mon introduction, a singulièrement simplifié les opérations de la teinture de la laine et de la soie, en écheveaux ou en tissus.

Les mordants sont devenus presque inutiles, et les matières colorantes se fixent sur les tissus aussitôt qu'on met ceux-ci en contact avec le bain de teinture dans lequel elles sont dissoutes. La beauté des résultats et la solidité des couleurs obtenues dépendent donc essentiellement de la manière dont celles-ci sont fabriquées. L'historique que j'en ai tracé et les détails dans lesquels je suis entré au sujet de leur préparation et des progrès réalisés dans cette branche de notre industrie, suffisent pour que je ne sois pas forcé de m'y arrêter davantage.

Je ne ferai que citer les produits vraiment remarquables de quelques teinturiers.

Guinon-Marnas et Bonnet, à Lyon. Très-belle exposition de soies et d'étoffes de soie teinte en bleu, en vert, et toutes couleurs.

Renard et Villet, à Lyon. Une très-belle collection de soies teintes en toutes couleurs. Leurs bleus et leurs verts d'aniline ont un éclat admirable.

Ramel frères et Couturier, de Lyon ; Martin, à Tarare ; Colué A., à Paris, et tant d'autres encore ont exposé des fils de soie teinte en toutes nuances.

Gillet Pierron, à Lyon, et *Drevon aîné, à Lyon,* ont de très-belles soies teintes en noir.

Quant aux tissus de laine, j'ai remarqué les produits exposés par les maisons suivantes :

Chalamel frères, à Puteaux. Tissus teints et apprêtés. Expositions parallèles des produits obtenus par les anciens procédés et de ceux obtenus par les procédés nouveaux, c'est-à-dire au moyen des couleurs d'aniline. Cette exposition est fort belle, et les nuances obtenues d'une grande pureté de ton. MM. Chalamel ont réalisé récemment la teinture de laine en grenat, au moyen du *grenat soluble* de M. Castelhaz.

Ce produit résulte de la réaction du cyanure de potassium sur l'acide picrique ; l'*isopurpurate de potasse* ainsi obtenu peut remplacer l'orseille avec une économie de 25 pour 100. Son emploi demande certaines précautions, et ses propriétés fulminantes nécessitent sa conservation à l'état humide. Cette nouvelle matière colorante mérite d'être mentionnée au milieu de tous les brillants dérivés de l'aniline, et le bas prix auquel on peut se la procurer, lui assigne nécessairement une place importante dans l'industrie de la teinture.

MM. Chalamel lui ont donné le nom de *rubis impérial,* et la nuance qu'ils obtiennent est d'un ton chaud, et d'une nuance qui rappelle les plus belles couleurs de l'orseille.

Boutarel et Comp., à Clichy-la-Garenne. Tissus et châles de laine teints.

Rouquez, à Clichy-la-Garenne. Grande et belle exposition de tissus de laine, de reps, de cachemires teints avec une grande perfection.

Guillaumet, à Puteaux. Tissus de gaze, de soie, de garancine, etc., teints en toutes couleurs.

Jolly fils, Petitdidier, à Paris. Tissus de satin, de velours, de soie nettoyées, teintes et apprêtées; cette remise à neuf est exécutée avec une grande habileté.

Fleury, à Amiens. Drap de France teint en noir d'une grande intensité de

ton ; en gris, aventurine, nuances variées ; tissus de popeline, anacoste, vénitienne, etc., très-bien teints en toutes nuances.

Tranchant, à Paris. Étoffes nettoyées, teintes et apprêtées. Tissus de laine et cachemires teints à la réserve. Le blanc des châles cachemire étant la couleur qui se salit le plus rapidement, ce teinturier recouvre ces parties blanches d'une couleur réserve qu'il imprime sur les deux faces du tissu ; puis il teint l'étoffe dans le bain de teinture approprié à la couleur que l'on désire. La partie réservante de cette pâte est généralement l'albumine, qui se détache après la teinture et le lavage en larges feuilles que l'on enlève à la main au moyen d'une brosse ou d'un couteau de bois.

Delamarre, à Rouen. Laines, soies et cotons teints et chinés. — Cette collection est très-complète et prouve, par la variété des produits, une grande connaissance des différents procédés de teinture.

Feau-Béchard et fils, à Paris. Très-belle exposition de fils de laine, de cachemire et de poil de chèvre purs et mélangés, teints en toutes nuances.

Lecœur frères, à Bapeaume. Très-belle exposition de fils de toute espèce teints en toutes nuances ; tissus de coton teints.

Dechavanne ; Guilloud-Chaland ; Benoît Subrin et fils et Bertaud, tous teinturiers de Roanne, ont exposé des tissus de coton teints qui font honneur à cette industrie du département de la Loire.

Weissgerber Jacques, à Saint-Pierre près Barr (Bas-Rhin). Tissus teints et imprimés en rouge andrinople ; couleur vive et bien unie. Très-belles impressions en enlevages blancs, bleus et jaunes ; grande et belle exécution des dessins les plus riches.

Je regrette ici, à propos de la teinture en rouge andrinople, que notre habile teinturier de Ribeauville, M. Steiner, n'ait pas exposé de produits sortant de ses ateliers. En sa qualité de neveu et d'élève de M. Steiner, à Accrington, l'inventeur d'un procédé qui fit la fortune de cet habile manufacturier, ses produits avaient une place marquée à notre grande exposition. Ils auraient pu rivaliser avec succès avec les produits similaires exposés par les fabricants russes, et par ceux de la Suisse qui sont passés maîtres dans ce genre de fabrication, ainsi qu'avec ceux de Rouen. On dit cependant qu'un fabricant de cette dernière ville a diminué encore de moitié le temps que nécessite la fabrication si coûteuse et autrefois si longue (elle durait plusieurs semaines) des rouges andrinople. On parle de trois ou quatre jours qui suffiraient pour la teinture d'une pièce et que le rouge ainsi obtenu est aussi vif, aussi solide que celui que l'on obtient par le procédé Steiner. Je donnerai le nom de cet habile fabricant si le fait se confirme.

Pays étrangers.

Parmi les peuples étrangers qui se font remarquer au palais du Champ de Mars, par le nombre des exposants et par la perfection de *certains genres* d'impressions à la main sur tissus de coton, la Suisse et la Russie se présentent en première ligne, et de ces deux régions où le prix de la main-d'œuvre est encore assez peu élevé pour qu'on puisse l'employer exclusivement à la fabrication des genres *lapis, enlevage sur fond rouge turc, etc.*, nous sont arrivés des produits magnifiques, dont la fabrication est presque oubliée dans les autres parties de l'Europe.

La Prusse, l'Autriche et les différents États allemands ont aussi envoyé un grand nombre de tissus imprimés ; mais l'Angleterre, le pays des *calicos prin-*

ters par excellence, se distingue entre tous par une abstention presque complète dans cette partie de l'industrie cotonnière.

Quelle peut être la raison de cette abstention? On pourrait y voir un parti pris de se retirer de ce genre de luttes pacifiques, comme parfois elle semble vouloir se désintéresser de toute autre question d'un genre différent, si elle n'avait prouvé d'autre part qu'il n'en était rien en envoyant à l'Exposition une quantité considérable de produits différents, qui prouvent la vitalité et la grandeur de son industrie. L'exposition de ses draps, de ses cristaux, de ses meubles et celle de ses machines, de ses admirables métiers à tisser, donne la mesure exacte de ses forces industrielles, et je regrette d'autant plus ici que la partie des cotons imprimés ait été la seule négligée.

J'en dirai autant de l'Amérique du Nord, qui n'a presque pas de représentants de cette industrie au palais du Champ de Mars. Ce sont là des faits que l'on ne peut que constater, en exprimant le regret qu'ils aient pu se produire à un moment où la France a convié toutes les nations au seul genre de luttes qui soit digne de notre siècle et de notre civilisation.

BELGIQUE.

Berlemont-Rey, à Bruxelles. Ce fabricant a envoyé de jolis spécimens d'indiennes fantaisies, de perses et de piqués. Ces différents genres d'impression sont fabriqués avec soin, et leur exécution dénote chez ces industriels une connaissance approfondie de la fabrication. C'est à un chimiste français, Adolphe Dietz, de Colmar, que cette fabrique a dû autrefois ses plus grands progrès.

J'ai pu remarquer aussi les beaux produits de la fabrique de *M. Idiers*, d'Auderghem-lez-Bruxelles; ses fils teints en toutes couleurs, et surtout en rouge d'Andrinople, sont de bonne fabrication. J'en dirai autant des produits de la teinturerie de *MM. de Wolf* et *Demey*, à Rouge-Cloître, près Bruxelles.

M. Borré-Cneudt a exposé des fils de laine teints en toutes nuances, qui sont d'une belle fabrication : les tissus blanchis, teints et apprêtés de la *Société anonyme de Stalle*; de *MM. Van Damme*, à Ypres; *Van den Branden*, à Enghien, dans le Hainaut, et *Wirix*, à Louvain, prouvent que cette industrie est florissante dans le pays, et que les procédés les plus nouveaux y sont parfaitement connus.

PRUSSE.

Liebermann, maison Dannenberger, à Berlin. Les indiennes exposées par ce fabricant sont très-variées, et j'ai remarqué surtout les impressions (genre vapeur) fond puce et couleurs d'aniline imprimées à la machine, et celles genre cachemire, aussi en couleurs vapeur, qui sont bien réussies et d'une grande netteté. Les genres garancine à plusieurs couleurs : noir campêche, avec enlevages blancs; roses garancés à deux couleurs et à trois couleurs au rouleau, ainsi que les impressions de mouchoirs genre garancine, sont d'une bonne réussite et placent cette fabrique au premier rang. J'ai aussi remarqué quelques jolies impressions de tissus de mousseline laine, chaîne coton, d'une belle fabrication.

Goldschmidt et fils, à Berlin. Ce grand industriel a surtout pour but de produire de grandes quantités de marchandises à des prix qui lui en assurent la vente dans tout le Zollverein.

Il a exposé de bonnes indiennes ordinaires, genres violets garancés, roses garancés, imprimées au rouleau à deux et trois couleurs; quelques spécimens du genre garancine, des cravates et fichus imprimés en couleurs garancine; les fonds cachous sont très-nourris et d'une bonne nuance.

Quelques spécimens d'impressions de dessins pour meubles.

Cette fabrication est bien entendue, et prouve que M. Goldschmidt a su tirer le meilleur parti de toutes les découvertes modernes de la mécanique et de la chimie, pour atteindre le but qu'il s'est proposé. C'est dans cette grande maison que plusieurs de nos chimistes d'Alsace ont appris la fabrication *économique*, recherchée aujourd'hui par quelques-uns de nos plus grands industriels.

Nathan Wolff et fils. Exposition de calicots et de mousseline laine imprimés; la plupart des dessins sont gravés au moyen du pantographe, entre autres une bordure de dentelles, assez chargée en gravure. Quelques écheveaux de laine teinte par le procédé des ligatures qui maintiennent le blanc des fils à des intervalles égaux, et forment des réserves pendant la teinture.

MM. Rolffs et Cie, à Cologne, ont envoyé des fichus et des mouchoirs de coton imprimés; *Liepermann* et *Moehlau*, de Dusseldorf, des tissus de coton imprimés en bleu; *Van Delden*, de Grenau, des tissus de coton teints en nuances unies et des indiennes; *Jentsch* frères, de Halle, des tissus de coton imprimés. Tous ces produits appartiennent à la fabrication ordinaire et n'offrent rien de remarquable.

Je citerai encore les belles impressions sur velours de la fabrique de *Bertelsmann* et *Nieman*, de Bielefeld; les tissus de coton imprimés de *Wolff*, *Schlafhorst* et *Bruehl*; les tissus de laine mélangés de coton, teints en noir et en couleurs, de *Brüninghaus* et fils, de Barmen; les tapis imprimés sur tissus de laine, imitant la tapisserie, et les velours imprimés de *Burkard Müller*, à Fulda; les flanelles teintes et imprimées de *Risbach*, de Berthelsdorf; les draps de laine noirs, écarlatés et mélangés, de *Wolff* (*J.-B*), à Kirchberg; les laines à broder, teintes en couleurs d'aniline, de la manufacture de *Bergmann* et Cie, de Berlin; et les couvertures de table en laine, imprimées de *S.-N. Karschelitz*, à Leipsig.

Je ne peux citer, on le comprendra, tous les autres teinturiers ou imprimeurs sur tissus, sans rentrer dans la nomenclature aride d'un catalogue; je m'arrêterai donc en faisant remarquer que la fabrication allemande tend à se perfectionner chaque jour davantage, et que là, comme ailleurs, nous avons des concurrents redoutables, surtout dans la fabrication des étoffes de laine et de laine mélangée de coton. La teinture de ces tissus est une industrie très-développée dans les États de l'Allemagne du nord, et les produits que ces pays ont envoyés à l'Exposition sont le résultat d'une fabrication très-avancée, non-seulement sous le rapport de la beauté des tissus, mais aussi sous celui des prix de vente, qui sont souvent fort minimes.

Le bas prix des tissus teints tient surtout au bon marché des matières colorantes nouvelles, dérivées des huiles de houille et de l'alcool dans lequel on les dissout pour les fixer sur les tissus; tant que nos alcools seront grevés d'une taxe qui en double le prix de vente, notre industrie ne pourra lutter avantageusement avec celle de l'Allemagne pour tous les produits dont la fabrication nécessite leur emploi.

GRAND DUCHÉ DE BADE.

Koechlin Baumgartner et Cie, à Loerrach. Très-belle exposition de châles imprimés, qui se ressent du peu de distance qui sépare Loerrach de Mulhouse; les dessins en sont fort riches et d'une très-belle exécution; quelques petits châles à dessins de fleurs, et fonds variés qui sont une imitation de l'article fabriqué autrefois aux environs de Paris; mousselines et jaconas imprimés au rouleau sur fond blanc, gris, chamois, d'une belle fabrication; impressions de dessins à plusieurs tons, produits avec un seul rouleau, en rose garancé, très-bien réussies.

Mousseline laine et demi-laine, à fond blanc, et petits dessins imprimés au rouleau avec une grande perfection.

Cette exposition est très-belle en général et surtout remarquable par la variété des produits et la grande perfection du résultat.

EMPIRE D'AUTRICHE.

Leitenberger (*François*), de Cossmanos, en Bohême. Cette grande et belle fabrique, la plus importante de l'empire d'Autriche, possède un matériel suffisant à la production de 1600 pièces, de 60 aunes de Vienne, par jour.

Ses 17 machines à imprimer au rouleau, à 1, 2, 3, 4 et 6 couleurs, ont été construites en France et en Angleterre; elles sont mues chacune par une machine à vapeur spéciale et munies d'appareils à sécher à la plaque.

Les besoins de la fabrication nécessitent l'emploi de 100 tables d'imprimeurs à la planche.

Le blanchiment des pièces se fait aussi, comme je l'ai dit pour la fabrique de *MM. Dollfus-Mieg*, de Mulhouse, à haute pression.

Les moteurs principaux sont des machines à vapeur et des turbines.

Le nombre total des ouvriers s'élève à plus de 1,000.

Tous ces détails dénotent la puissance et la grandeur de cet établissement, de même que la beauté des produits qu'il a exposés est la preuve que M. Leitenberger connaît toutes les difficultés de la fabrication et sait les vaincre dans tous les genres.

L'article double rose et double violet, imprimé en camaïeux au rouleau sur jaconas, est très-bien fabriqué. Il en est de même pour les indiennes, genre garancine, et les mouchoirs de coton.

Il a aussi exposé des impressions en couleurs de garance d'application, qui me semblent aussi belles que celles des fabriques d'Alsace; et il m'écrivit lui-même à ce sujet pour me dire que depuis un an il se sert d'extraits de garance pour les impressions en couleurs d'application de garance et pour ses teintures.

Cet extrait de garance est fabriqué par M. Brosche, par le procédé Rochleder, et d'après les résultats obtenus par M. Leitenberger, il ne serait pas inférieur à celui de M. Pernod, ou à l'alisarine de MM. Lauth et Schaeff; mais peut-il être considéré comme un produit industriel? *That is the question.*

C'est là le progrès le plus grand et le plus saillant qui se soit réalisé dans l'industrie des toiles peintes, et la révolution que cette belle découverte occasionnera dans les procédés de teintures et d'impressions, sera toute à l'avantage de cette belle industrie. Les recherches de M. Leitenberger auront contribué à ce grand résultat, en Autriche, à peu près en même temps que celles de M. Oscar Scheurer l'auront réalisé le plus complétement en France.

J'ai déjà dit dans mon premier article que les travaux antérieurs des chimistes français et ceux plus récents de nos fabricants de garancine, d'alisarine, de purpurine et d'extraits de garance (Schaaff, Lauth et Pernod), ont préparé la voie qui a conduit le fabricant d'indienne au résultat que j'ai constaté à l'Exposition française; or, je crois inutile de le répéter ici, pour prouver la part qui leur revient dans cette belle application.

On peut affirmer que son origine est essentiellement française, et que si plusieurs fabricants ont produit simultanément des impressions en couleurs de garance d'application, c'est M. Oscar Scheurer qui a résolu le plus complétement, jusqu'à présent, ce problème, dont la solution est depuis plus de trente ans l'objet de nos recherches et de nos études les plus constantes.

MM. *Dormitzer* Léopold. . . . . à Prague,
Porgès frères. . . . . à Prague,
Przibram A. B. . . . . à Prague,

ont exposé des indiennes bon teint, imprimées en doubles roses et doubles violets garancés, d'une bonne fabrication. Les genres garancine, les impressions sur fichus sont aussi d'une bonne exécution; ces genres d'impression n'ont pas varié dans ce pays depuis une quinzaine d'années, époque à laquelle je dirigeais la fabrique de *Beer Borgès*, de Prague, et les couleurs d'aniline n'y ont pas encore trouvé une application aussi générale sur les tissus de coton, que dans nos fabriques d'Alsace.

Le commerce des indiennes étant restreint à certains genres, dont la fabrication nécessite l'emploi presque exclusif de la garance et de ses dérivés, il est évident que les industriels de Prague devaient surtout s'appliquer à les produire à bon marché. C'est le résultat qu'ils ont sans doute atteint, mais seulement au prix de grands sacrifices, car l'état politique du centre de l'Europe ayant, depuis quelques années, jeté un trouble profond dans les affaires commerciales, il a été difficile à ces grands industriels de donner à leurs affaires tout le développement qu'elles comportent, et beaucoup d'entre eux ont même été obligés de les diminuer, de peur de s'exposer à une ruine complète.

Ils ont néanmoins répondu à l'appel que la France leur a fait, et ils ont envoyé à notre Exposition des produits qui, comme je l'ai prouvé, sont dignes d'être placés à côté des productions similaires de nos premiers établissements.

J'ai encore à mentionner ici les beaux châles imprimés mécaniquement de *M. Bossi*, à Saint-Veit, près de Vienne, ainsi que ses mousselines laines imprimées; les châles imprimés à la main de *M. André Schwingl*, de Liesing, près de Vienne; les mouchoirs, les châles et les mousselines laines imprimées de *M. Liebig Jean* et Cie, qui possède trois établissements en Bohême; les tissus de laine imprimés de *M. Albert Reiss*, à Liesing; les châles de cachemire imprimés de *M. F. Schmitt*, à Bœhmisch-Aich, près de Reichenberg, en Bohême; les belles impressions de châle de cachemire, réalisées au moyen d'une nouvelle machine de *M. Boucley*, et les foulards imprimés de *M. Franz Bulatti*, qui sont d'une bonne fabrication.

Je ne veux pas, avant de quitter les galeries autrichiennes, passer sous silence les fils de coton teints en rouge d'Andrinople, qui sortent des ateliers de teinture de *Seebach*; les fils et tissus de soie en couleurs, de *M. Kopel* et fils, à Vienne; les laines teintes en toutes nuances, de *M. François Drucker*, à Brünn, en Moravie, et les soies teintes de *M. Salvaterra*, à Vienne; tous ces spécimens de l'art de la teinture sont généralement très-brillants, les couleurs sont vives et franches de ton, et les nouveaux produits colorés dérivés de l'aniline, y sont richement représentés.

SUISSE.

Quand on entre dans la salle qui renferme les tissus de coton imprimés des fabricants de ce pays, on est en réalité ébloui par l'éclat des couleurs et par la richesse des dessins qui font le mérite de ce genre de produits.

J'ai déjà dit que la Suisse a conservé pour ainsi dire le monopole de la fabrication des tissus de coton teints en rouge de garance et connus sous le nom de rouge d'Andrinople. Les fabricants suisses sont arrivés à de magnifiques résultats, et je ne connais que les produits de M. Steiner, de Ribeauvillé en Alsace, qui auraient pu lutter avantageusement avec les leurs.

La teinture des toiles de coton de rouge uni présente de grandes difficultés

au fabricant, et il arrive souvent que les tissus ne sont pas recouverts d'une teinte tout à fait égale, et que le rouge est tantôt plus pâle, tantôt plus foncé, selon que le mordant a été fixé dans les fibres d'une manière plus ou moins complète et s'y est combiné avec des quantités plus ou moins considérables de matière colorante. D'autres causes bien connues des praticiens déterminent encore ces inégalités de tons dans les rouges d'Andrinople, et ces pièces rendues ainsi défectueuses ne peuvent être vendues dans les mêmes conditions que d'autres mieux fabriquées.

Au lieu de les livrer au commerce dans cet état d'infériorité, le fabricant y applique des impressions de dessins d'une grande richesse qui donnent plus de prix à la marchandise et cachent les défauts qui en auraient rendu le placement difficile ou désavantageux pour le producteur.

Les couleurs de ces dessins sont le blanc, le jaune, le bleu et le vert provenant de l'union de ces deux derniers. On les produit au moyen de couleurs d'impression pour enlevage, qui sont composées d'acides énergiques et de substances coloriées minérales qui sont inattaquables par les acides et par le chlore, telles que le bleu de Prusse et le chromate de plomb. Après l'impression de ces différentes couleurs, on passe les tissus dans un bain de chlorure de chaux. Ce dernier n'exerce aucune action décolorante sur les parties non imprimées du fond teint en rouge; mais les parties imprimées étant exposées à l'action destructive du chlore à l'état naissant que l'acide de l'enlevage a rendu libre en décomposant le chlorure du bain de passage, deviennent blanches et bleues; un deuxième passage dans un bain de bichromate de potasse développera les couleurs vertes et jaunes, et l'on obtiendra ainsi, au moyen d'une seule impression à la planche à la perrotine ou à la machine à imprimer au rouleau, des effets d'une grande richesse et d'une délicatesse extrême. C'est à M. D. Kœchlin que l'on doit, comme je l'ai dit dans mon précédent article, cette belle fabrication. Le prix élevé de la teinture en rouge d'Andrinople, qui ne s'obtenait qu'au moyen d'opérations longues et répétées, avait fait abandonner ces articles par un grand nombre d'industriels, et il n'y eut que ceux qui, comme M. Steiner, de Ribeauvillé, d'abord, parvinrent à l'exécuter avec plus d'économie, qui lui donnèrent le développement le plus complet.

Les pays où, comme en Suisse, la main-d'œuvre est encore à des prix modérés, ont aussi pu conserver cette belle fabrication, et on peut même dire que, grâce à l'abstention presque forcée des fabricants des autres contrées d'Europe, elle s'y développa avec plus de force et y acquit une grande importance. Nous verrons la Russie dans la même position avantageuse et pouvant, grâce à sa garance *marina*, livrer à des prix très-modérés des tissus couverts d'impressions très-riches sur rouge d'Andrinople.

Le genre lapis, dérivé de l'indigo et de la garance, a, pour les mêmes raisons que je viens de développer, continué d'être fabriqué par les fabricants suisses. Il consiste en *impressions réserves et mordants*, sous fonds bleu de cuve. Les impressions réserves blanches maintiennent le blanc du tissu sous toutes les autres réserves rouges, brunes, noires, et sous le bleu de la cuve de l'indigo. Cette seule indication suffira pour donner au lecteur une idée de la richesse des articles que l'on peut fabriquer de cette manière : on imprime d'abord les parties du dessin qui doivent rester blanches avec la couleur réserve, puis successivement toutes les couleurs ou mordants qui doivent résister à l'action du bleu; on plonge ensuite l'étoffe dans une cuve de bleu d'indigo jusqu'à ce qu'on obtienne la nuance désirée; on lave, on bouse l'étoffe, puis on la teint en garance ou au moyen de ses dérivés (garancine, fleur de garance, extrait de garance). Les couleurs d'enluminage, telles que les jaunes, les roses vapeur, les verts, etc.,

sont imprimées en dernier lieu, comme pour tous les genres garancés, et on obtient ainsi des impressions de dessins, à fonds bleus, bruns ou rouges, d'une richesse et d'une délicatesse que le tissage seul semblerait pouvoir reproduire.

C'est la maison Koechlin frères qui, en 1809, fabriquait pour l'article mouchoirs les genres lapis les plus riches et les plus complets; mais l'invention de ce genre d'impression est due presque simultanément aux fabricants de France et d'Angleterre; et ceux qui ont le plus contribué aux perfectionnements de cette fabrication sont MM. Daniel Koechlin-Schouch, de Mulhouse, et J. Thompson, de Primrose.

Ces articles sont admirablement fabriqués par plusieurs fabricants de la Suisse, et nous pouvons admirer à l'Exposition les magnifiques impressions de la maison *Tschudy* et Cie, à Schwanden, du canton de Glaris. Les enlevages blancs, bleus, verts et jaunes sur rouge sont d'une grande pureté, les couleurs très-vives et bien ménagées, et le rouge du fond d'une grande vivacité. L'exposition des *lapis* de cette maison est aussi fort belle, et ses dessins, imitation de cachemire, d'une grande richesse et d'une exécution parfaite.

Les frères *Deutsch*, à Diessenhofen en Thurgovie, ont une très-belle exposition de châles et de mouchoirs, genre lapis et genre enlevage sur rouge d'Andrinople.

La maison *Luchsinger, Elmer et Oertly*, à Glaris, a exposé les mêmes genres, fabriqués aussi avec une grande habileté.

MM. *Rieter, Ziegler* et Cie, de Winterthur, ont exposé des *lapis* très-bien fabriqués, des indiennes rouges d'Andrinople, avec enlevage, d'une grande beauté. Leurs indiennes, genre fond bleu de cuve enluminé, sont très-bien réussies et les couleurs rentrure garancées sont très-vives.

M. *Henri Sultzer*, d'Andorf en Thurgovie, a exposé des toiles de coton teintes en rouge d'Andrinople uni, d'une belle exécution. La couleur est vive, unie, et d'une grande intensité de ton, tout en ayant de l'éclat.

MM. *Freuler* frères; *Jenny* et Cie; *Jenny, Barthot* et Cie; *Hoesly* et Cie, ont exposé des indiennes imprimées en genre lapis, bleu cuvé, genre garancine et genre vapeur, que je ne ferai que mentionner ici pour le prix modéré de ces produits.

M. S. *Wiedenkeller*, à Arbon, en Thurgovie, a su donner par un choix heureux de dessins un aspect très-riche à sa fabrication de mouchoirs et de jaconas, genre cuvé avec réserve blanche.

A une certaine distance, la vue de ces effets blancs sur un fond bleu presque noir, rappelle celui que produisent les dentelles blanches sur un fond de soie noire.

M. *Laurent Meyer*, à Herisau, du canton d'Appenzell, a exposé des mouchoirs de coton imprimés et des mousselines laine imprimées. La fabrication de ces derniers tissus est bonne et les couleurs en sont assez belles et vives, mais le goût en est un peu ancien.

Egg, Ziegler-Greuter et Cie, à Winterthur et à Islinkon. Cette exposition de tissus imprimés est sans contredit la plus complète de toutes celles que nous offre la Suisse; et la variété des articles, ainsi que la beauté des produits, placent ces fabricants à un rang très-élevé dans l'industrie.

Leurs jaconas et leurs mousselines, quoique d'une fabrication moins artistique que celles de provenance française, n'en ont pas moins le mérite d'une exécution fine; les couleurs d'aniline et les couleurs de garance sont très-fraîches et bien imprimées.

L'exposition des indiennes, rouge d'Andrinople, lapis, garancine, et des toiles

pour chemises est très-complète. Les jaconas teints en uni rose saflor, vert de chrome, violet d'aniline, sont très-bien fabriqués.

Le grand médaillon à sujet, sur rouge d'Andrinople avec camaïeux de trois roses, est parfaitement imprimé; les rentrures en couleur vapeur sont peut-être un peu moins réussies, et les gris au charbon en deux nuances camaïeux sont un peu trop durs au toucher; la couleur est trop épaissie. C'est là un défaut dont l'acheteur ne se plaindra pas; il n'est dû qu'à un excès de la substance fixante, l'albumine n'a pas été ménagée.

ESPAGNE ET PORTUGAL.

La fabrication des indiennes de la Péninsule a son principal centre à Barcelone, et, grâce à nos chimistes français et à nos mécaniciens, elle se maintient à un bon rang pour les produits ordinaires.

Quelques-uns des établissements de Barcelone sont sortis de l'espèce d'apathie qui s'empare de l'industrie de ce pays après chaque secousse politique intérieure, et il nous en est arrivé des spécimens de fabrication qui sont d'une fort belle exécution.

Muntadas frères. L'exposition la plus complète des produits espagnols est sans contredit celle des frères Muntadas, qui ont envoyé de nombreux spécimens de leur fabrication : indiennes imprimées au rouleau, en genre garancine; genres camaïeux roses et camaïeux violets en fleur de garance ; cretonnes imprimées pour meubles, en couleur garancine et couleurs vapeur d'aniline; percalines teintes en couleurs unies. La fabrication de tous ces genres est très-soignée, et elle est une heureuse imitation de nos articles de Mulhouse et de Rouen.

Ferrer et Cie, à Barcelone. Ce fabricant a exposé de fort jolies percales garancées à fond blanc, pour l'article chemise; les dessins gravés au rouleau, fond de paysage, sont d'une bonne exécution.

Les brillantines et les mouchoirs de batiste sont bien imprimés.

Les impressions au rouleau en noir d'aniline sont bien réussies.

Achon, à Barcelone. L'exposition des indiennes de cette maison est assez complète, et la plupart des genres d'impressions de Rouen, ainsi que quelques-uns de Mulhouse, y sont représentés par des spécimens dont la fabrication ne manque pas de mérite.

Paulto (Eduardo et Aquiles), à Barcelone. Ce fabricant a conservé la fabrication des genres lapis et celle des mouchoirs garancine avec réserves blanches. Il a aussi exposé des toiles fond bleu cuvé avec réserve blanche imprimée à la planche.

Ricard et Cie, à Barcelone, ont exposé quelques mousselines laine imprimées sur fond blanc et des indiennes à deux, trois et quatre couleurs imprimées au rouleau, genre garancine et couleurs d'aniline.

Anjos, *Cunha*, *Miranda* et Cie, à Lisbonne. Indiennes imprimées au rouleau à deux et trois couleurs, violets et roses garancés; rouge pur et cachou garancine; orange de chrome; garancine avec fond chamois uni; et quelques perses pour meubles de fabrication ordinaire.

Lopès dos Anjos (Polycarpo Joseph), à Lisbonne. Indiennes, genre lapis; réserve blanche sous bleu cuvé; et quelques mouchoirs imprimés en genre garancine.

Cette fabrication est ordinaire, et l'on doit cependant en tenir compte aux fabricants qui ont su maintenir leurs établissements en face de la concurrence anglaise.

Ils n'ont pu le faire qu'en conservant la fabrication exclusive des anciens genres bon teint, qui est la seule qui puisse convenir aux fabricants de ce pays.

RUSSIE.

L'exposition des tissus imprimés de ce pays se compose essentiellement d'indiennes bon teint, imprimées à la main et à la machine au rouleau : genres lapis, bleu cuvé avec réserves blanches et orange, et rentrure de couleurs garance; rouge andrinople avec enlevages blanc, bleu, jaune et vert; roses et violets garance; bleu, rouge, violet et cachou garancine. Quant aux articles riche, genres d'Alsace ou de Lyon, tels que jaconas, mousselines, mousselines laine, chalys, tissus de soie chinée, velours, foulards et crêpes, indiennes riches, châles cachemire imprimés, etc., ils sont pour la plupart importés de France en Russie, et, depuis mon départ de Moscou, je ne crois pas qu'on ait concentré dans un même établissement la fabrication complète de tous les genres d'impressions sur toutes les espèces de tissus, que j'avais réalisée pendant les dix années de mon séjour dans ce pays, dans la fabrique que je dirigeais à Pérowa, près de Moscou.

Les indiennes russes sont destinées à la confection des chemises d'hommes et des robes de femmes de la campagne. Il faut donc conserver à leur fabrication sa qualité essentielle, la solidité des couleurs; il faut que la femme du moujik puisse laver, lessiver ses robes, et les impressions des couleurs d'aniline ne peuvent malheureusement résister à ce traitement vigoureux. C'est ce qui explique l'absence complète des impressions de ce genre à l'exposition russe. La garance, le cachou et l'indigo sont donc restés les matières premières indispensables à la fabrication, et tous les genres dérivés de ces matières colorantes sont exposés dans les vitrines russes en grandes quantités, et par un assez grand nombre de fabricants russes et français.

Plusieurs de ces établissements, surtout ceux de MM. Hübner, à Moscou, et Zündel, à Moscou, sont pourvus de tous les appareils les plus nouveaux pour fabriquer rapidement et avec économie de grandes quantités de marchandises. Le chiffre de la production de ces établissements varie de 200 à 300,000 pièces de 50 mètres de longueur, par an, imprimées en couleurs garancées.

Les machines à imprimer à plusieurs couleurs, munies de leurs appareils à sécher, les lavages mécaniques, le blanchiment continu, etc., en un mot, tout ce que la mécanique a apporté de modifications ingénieuses aux anciens appareils nécessaires à la fabrication des indiennes a été introduit avec succès dans les fabriques qui appartiennent aux deux grands industriels français que je viens de citer, et leurs établissements ne craignent pas la comparaison avec les plus beaux et les plus complets des autres pays. Celui de M. Hübner surtout présente un ensemble très-remarquable.

Les fabricants russes, tels que les Prokhoroff, Marozoff, Rabeneck, etc., ont conservé la fabrication des rouges d'Andrinople et des genres d'impressions qui en dérivent; ils y ont acquis une grande habileté. Les impressions se font à la main, et il n'est pas rare de voir le même ouvrier travailler pendant des années entières avec la même planche; de là une grande perfection dans le travail et dans l'application des couleurs réserves qui nécessite une grande habitude de ce genre d'impressions.

Après ces remarques générales, il me reste à nommer les plus importants fabricants de la Russie et à mentionner les produits qu'ils ont exposés.

Hübner (Albert), à Moscou. Très-belle exposition d'indiennes imprimées au rouleau; genre garancé à deux roses et deux violets; genre garancine, dessins cachemire pour robes; mouchoirs; fonds cachou avec noir, rouge et violet garancine. La fabrication des genres garancine est très-bien réussie et les impres-

sions au rouleau à plusieurs couleurs sont très-nettes; le blanc des fonds est très-pur et n'est pas trop bleuté par l'isolement de l'apprêt.

La fabrique de M. Hübner date de l'année 1847, et le chiffre de sa production s'élève à 250,000 pièces par an, soit pour 3,600,000 fr. de marchandises. Le nombre des ouvriers qu'il emploie est de 1,000, et le prix de l'archine varie de 20 à 23 copeks.

Zündel (Émile), à Moscou. Mêmes genres d'impressions que ceux de M. Hübner; ces deux industriels se sont placés au même niveau; leurs produits ont une valeur à peu près égale. Ce sont eux qui ont réalisé dans leur travail les plus grandes améliorations. Les genres cachemire garancine imprimés au rouleau, avec une rentrure à la main, que M. Zündel a exposés, sont bien fabriqués. Cet établissement a été fondé par M. Steinbach, en 1825, et M. Zündel qui lui a succédé lui a donné tout le développement nécessaire à la fabrication annuelle de 300,000 pièces. Le chiffre des affaires de la maison peut donc s'estimer à près 5 millions de francs, et le nombre d'ouvriers nécessaires à la production de ce grand nombre de pièces ne s'élève qu'à 1,000.

Trétiakoff. Impressions au rouleau à deux et trois couleurs, deux roses et deux violets, avec noir et rouge garance, genre garance, impressions à la planche, avec fond vert de chrome; ces indiennes sont de bonne fabrication, mais ne présentent rien de saillant dans leur exécution. Cette fabrique est une des plus anciennes de la Russie; elle date de 1809. Mais depuis cette époque, elle a pris une grande extension, et, surtout depuis quelques années, les plus grandes améliorations ont été introduites dans son outillage. C'est ainsi qu'en 1861 M. Trétiakoff a établi son tissage mécanique; son blanchiment continu fut installé en 1864, et muni de huit machines à vapeur. Les machines à imprimer, à calandrer, sont mues par trois machines à vapeur d'une force de 110 chevaux. Les 840 métiers mécaniques sont mis en mouvement par une force motrice de 50 chevaux, et 1,500 ouvriers trouvent de l'occupation dans les nombreux ateliers de ce bel établissement.

Sa production est de 250,000 pièces par an, et le chiffre d'affaires peut s'élever à 10 millions de francs.

Les marchés de la Perse et de la Bouckarie sont, avec ceux de la Russie, exploités par M. Trétiakoff dont le commerce s'étend jusque dans ces contrées éloignées.

Zoubkoff, à Voznesensk, gouvernement de Vladimir. Indiennes pour meubles; genre garancine avec cachou. Rouge garance; bleu cuvé avec rentrure de couleurs d'enluminage. Rouge andrinople avec enlevages blancs, bleus et jaunes.

Cet établissement fut créé en 1835, et 500 ouvriers y trouvent aujourd'hui du travail. Le nombre de pièces qu'on y fabrique s'élève jusqu'à 100,000 dont le prix varie de 17 à 35 copeks l'archine.

Zouboff, à Alexandrov, gouvernement de Vladimir. Indiennes garancées imprimées au rouleau à deux et trois couleurs; bleu cuvé avec rentrure de couleurs d'enluminage, genre riche; rouge andrinople et enlevages, dans le même genre que les produits de la fabrique de Zoubkoff et à placer sur la même ligne.

Le prix des mouchoirs de la fabrique Zouboff varie de 25 à 75 copeks l'archine. Le nombre des pièces fabriquées est de 40,000 et celui des ouvriers de 450 environ.

Prokhoroff, à Moscou. Très-belles impressions, genre lapis, pour châles et couvertures de lit.

Les cachemires de coton cuvés valent de 55 à 60 copeks; la douzaine de mouchoirs, 1 rouble 50 copeks à 2 roubles, et les couvertures, 3 roubles 25 copeks. 500 ouvriers sont occupés dans cet établissement, et les 100,000 pièces qu'ils y

fabriquent se vendent en Amérique, en Allemagne et dans l'intérieur de la Russie.

Kouschine, à Serpoukoff. Même fabrication que Zouboff pour les genres garancine à trois couleurs au rouleau.

Mouchoirs, genre lapis ; 1,000 ouvriers sont occupés dans cet établissement, on y fabrique 200,000 pièces par an.

Rabeneck, à Sobolew ; Baranoff, à Alexandrov, et *Sergéeff, à Baranowskhœ*, ont exposé des indiennes, teintes en rouge andrinople avec impressions d'enlevage blancs, bleus et jaunes, d'une très-belle exécution.

Le dessin à palmes de *Baranoff* est très-bien imprimé et d'un effet fort riche.

Les verts enlevages de *Rabenek* et les effets de double nuance rouge et rose sont tous bien réussis.

Cette fabrication des genres dérivés de la garance est en général fort belle et peut se placer à côté de celle de la Suisse, sans perdre à la comparaison. Les frères Baranoff emploient plus de 1,500 ouvriers et fabriquent environ 80,000 pièces par an ; leur principal débouché est la Russie d'Asie.

Rabeneck, dont l'établissement remonte à 1833, ne fabrique que 40,000 pièces de rouge andrinople par an et il emploie 400 ouvriers. Le prix des indiennes de ces fabriques varie de 27 à 32 copeks l'archine, et celui des mouchoirs, de 3 roubles 25 copeks à 8 roubles 25 copeks la douzaine.

La fabrique de *Zimime*, à Zouevo, gouvernement de Moscou, emploie environ 500 ouvriers pour fabriquer des indiennes teintes en rouge andrinople plus spécialement destinées à l'article chemise.

Dans l'établissement de *Marozoff* on fabrique de la percale imprimée à 17 et à 21 copeks ; de l'indienne à 27 et 29, et du velours imprimé à 34 copeks. 1,400 ouvriers sont occupés dans ce vaste établissement pour produire 200,000 pièces de cotonnades. Cette fabrique date de l'année 1837.

ANGLETERRE ET IRLANDE.

Je n'ai à mentionner que fort peu de tissus imprimés à l'exposition anglaise, et je ne puis que citer : *MM. Naughtau et Thorn* qui ont une vitrine de calicots imprimés au rouleau à trois et à six couleurs; *Whincup*, qui a envoyé quelques tapis de table imprimés, et *William Goodwood et Comp.*, qui ont exposé des spécimens assez nombreux de calicots imprimés ; genre deuil, noir au campêche avec enlevage blanc ; impressions bleu d'indigo au rouleau ; impressions deux roses et deux violets, garancées ; mouchoirs de poche imprimés.

Barlow et Comp., qui emploient le système de blanchiment à haute pression dans des appareils de leur invention, dnt envoyé des spécimens de fabrication de calicots imprimés ; les uns sont des tissus blanchis comme on le fait d'habitude, les autres sont blanchis d'après leur procédé. Le résultat est tout à l'avantage de ce dernier.

Dicking, a exposé des fils de coton teints en toute nuance, qui, par un procédé particulier, ont acquis tout l'éclat des fils de soie.

Fenton et Comp., ainsi que *Moore et Weinberg* ont exposé des étoffes de lin teintes et imprimées en couleurs solides d'une très-belle fabrication. Ces échantillons de la fabrication irlandaise sont très-beaux et en très-grande quantité.

Le nombre des fabricants irlandais qui se sont réunis pour exposer les produits de la filature, du tissage et de la teinture des fils et des tissus de lin, est fort considérable et prouve à quel degré de vitalité cette belle industrie est parvenue dans ce pays. L'extension considérable de cette fabrication date surtout de la crise provoquée en Angleterre par la guerre de l'Amérique, et aujour-

d'hui c'est une industrie qui peut devenir pour l'Irlande une source réelle de richesses.

AMÉRIQUE DU NORD.

Je ne puis citer qu'un seul exposant : M. *Holliday*, de New-York, qui ait exposé des tissus de toute espèce, de laine, de soie, de coton, teints et imprimés avec des couleurs dérivées de l'aniline.

La grande industrie des indiennes et des mousselines laine imprimées n'a pas d'autres représentants américains. L'abstention est donc encore plus grande ici, que celle qu'ont observée les fabricants anglais.

ITALIE — CHINE — TURQUIE — ROYAUME HAWAIEN.

Il ne me reste plus qu'à mentionner ici les laines teintes en couleurs d'aniline de *M. Giacopelli*, de Matelica ; les soies, les laines et les fils de coton teints en diverses couleurs de *MM. Cianni*, de Pieve Sovigliani, et *Lucini*, de Crémone; les fils de coton teints en rouge andrinople de *MM. Paoli*, de Gênes, *Clerici*, de Novare, *Foletti, Weiss et Comp.*, à Milan, et *Huberi* et *Dony*, à Pise; les cotons teints en bleu de *M. Gatteschi*, à Montelupo Fiorentino ; les spécimens de soie imprimée de *M. Michieli*, de Venise ; les tissus de coton teints en rouge de *MM. Thomas*, de Milan, *Balduzzi, Tara* et *Pedamonti*, à Voghera, près de Pavie. Tous ces industriels ont exposé des produits peu variés, et il est à présumer que l'Italie tire la plupart des tissus imprimés et teints qui lui sont nécessaires, de la Suisse, de la France et de l'Angleterre. C'est à cette formidable concurrence qu'il faut attribuer le peu de développement de l'industrie de la teinture et de l'impression dans le pays même où elle avait été importée d'Asie à une époque où elle était inconnue dans les autres contrées de l'Europe.

Je me suis arrêté devant les tissus admirables qui nous viennent de l'Asie, et c'est là seulement que j'ai pu retrouver des types de dessins originaux, et encore les nuances que l'on peut observer entre les productions orientales et celles de l'Europe tendent chaque jour à devenir plus faibles, à s'effacer davantage.

Les peuples de l'Asie, de la Turquie, de la Chine emploient pour leurs teintures les principes colorants les plus résistants ; ils se servent de la cochenille, de l'indigo, de la garance, du cachou, pour teindre en pourpre, en écarlate, en bleu, en rouge et en brun les tissus les plus divers ; pour teindre le coton en vert, du *lo-kao ;* cette matière colorante, connue sous le nom de vert de Chine, est retirée par les Chinois de deux plantes : le *rhamnus utilis* ou *hong-pi-lo-chou* et le *rhamnus chlorophorus* ou *pe-pi-lo-chou ;* pour teindre en jaune, les Chinois se servent du *ho-hang-teng* que l'on retire du *menispermum tinctorium* ou *cocculus fibraurea tinctoria*, du *hoang-pépi*, écorce du *pterocarpus flavus*, et du *wongsky*, qui est le fruit du *gardénia grandiflora*.

La beauté des teintes harmonieuses des tissus orientaux, qui sont mariées les unes avec les autres avec un art véritable, n'empêche pas leur solidité. C'est surtout dans les pays où le soleil a un éclat éblouissant, que les peuples aiment à se couvrir de vêtements dont les couleurs ne pâlissent pas sous ses rayons. Ne nous étonnons donc pas de la science instinctive qui les guide dans ces travaux où tout se fait lentement, sans outillage pour ainsi dire. Admirons ces œuvres de patience que des années de travail peuvent seules produire, et qui passent de génération en génération sans perdre de leur beauté primitive.

La Turquie nous a envoyé une admirable collection de tissus de laine, de soie et de coton teints et tissés, pour chemises, pour robes, pour couvertures ; des châles, des écharpes et des tapis en quantités considérables, et le nombre des

exposants est si grand, que l'on peut en conclure que l'industrie dont ils s'occupent est très-prospère entre leurs mains. Les plus beaux taffetas et les étoffes de soie les plus diverses nous ont été envoyés par la contrée du mont Liban, et c'est dans le village de *Zouk-Mikaël* que cette industrie est le plus développée. La ville d'Alep a la plus belle exposition de tissus de soie mélangée de coton ; la ville *Diarbekir*, dans le Kourdistan, expose de magnifiques étoffes pour manteaux de dame qui sont d'une élégance et d'une solidité remarquables. L'exposition des étoffes de gaze de soie a été faite par les fabricants de Brousse, et plusieurs d'entre eux ont introduit le métier mécanique dans leur pays. C'est ainsi qu'*Amer-Oghlou-Hadji-Artin*, eyalet de Kodavendighiar, a exposé de charmantes gazes brodées qui ont été fabriquées mécaniquement. Les flanelles, les *abas*, les couvertures *velandjas*, les *chayak* ont été envoyés au Champ de Mars par les fabricants de Constantinople, d'Andrinople et de plusieurs villages du Danube, et la solidité remarquable de ces tissus aux couleurs éclatantes, n'en constitue pas le moindre mérite.

Le gouvernement d'Égypte a exposé des étoffes splendides ; la Chine nous a envoyé ses plus beaux cachemires du Thibet, ses tissus de soie pure ou mélangée d'or, façonnés et brochés, et c'est à MM. Duchemin, Decasse et Ce, Dalseme, Bernadac et Chanton que nous devons de pouvoir admirer les produits les plus merveilleux de l'industrie de ces contrées lointaines.

En traversant les galeries de l'Amérique méridionale, on peut voir quelques spécimens de la fabrication des étoffes de soie de *Madoja* ; des châles et crêpes de soie fabriqués à *San-Juene*, exposés par le gouvernement de la confédération Argentine ; des pouchos ou couvertures de laine mérinos, et des couvertures de laine de Guanaco, qui sont teintes et tissées au Chili ; le gouvernement havaïen a exposé des étoffes de Kapa imprimées, qui sont fabriquées avec une espèce d'écorce d'arbre.

Dans la classe vingt-neuvième de l'exposition de la colonie anglaise Victoria, j'ai été frappé de la beauté des tissus de laine, des mousselines teintes et imprimées par plusieurs fabricants de Paris avec les laines de la colonie. Les belles impressions de MM. Larsonnier frères et Chenest que j'ai déjà eu l'occasion de citer pour leur belle exposition de la salle des tissus français, donnent une valeur particulière à l'exposition des tissus de laine et des laines en toison et en fils de Melbourne, de Collingwood et de Naroot-Nareet.

Les pays les plus éloignés, les contrées à peine connues il y a un demi-siècle, ont donc tenu à honneur de figurer à notre grande Exposition universelle, et les personnes les plus étrangères aux questions industrielles sont attirées au Champ de Mars par cette démonstration gigantesque de l'humanité entière. Quoique la plupart y voient plutôt un spectacle qu'un sujet d'études, ils n'en retireront pas moins un enseignement véritable, ils y verront les efforts que font tous les peuples de la terre pour se rapprocher les uns des autres, et pour mieux se connaître. Les plus civilisés d'entre ces peuples apprendront, dans ce pacifique combat de leurs industries, à moins mépriser les œuvres primitives des nations moins avancées, et ces dernières verront par elles-mêmes quel avantage elles peuvent retirer de ce commerce des esprits et de cet échange d'idées et de productions. L'empressement de tous à répondre à l'appel cordial de la France est un gage de prospérité, dans l'avenir des nations.

(*La suite à un prochain fascicule.*)

LES MÉTAUX BRUTS

A L'EXPOSITION DE PARIS.

PAR M. **H. DUFRENÉ**, INGÉNIEUR CIVIL.

(Planche XIX.)

DE L'ACIER.

I. — Historique. — Généralités.

L'acier se présente aujourd'hui dans l'industrie à quatre états différents, savoir :

1° Acier naturel;
2° Acier de cémentation;
3° Acier puddlé ;
4° Acier fondu.

Cette dernière espèce d'acier peut être obtenue par la fusion d'une des trois premières, mais elle peut aussi être fabriquée directement, et cette méthode constitue un des plus grands perfectionnements de notre époque.

Il faut attribuer aux Orientaux l'invention de l'acier, quelque vague que soit le sens des documents sur lesquels on s'appuie pour leur en reconnaître le mérite. D'après Karsten, les Égyptiens se seraient aperçus des effets de la trempe sur certains fers au moins seize siècles avant l'ère chrétienne, et, à l'époque de la guerre de Troie, l'acier, ou au moins le fer durci à la trempe, était plus répandu qu'on ne le croit communément, puisqu'il servait concurremment avec le bronze à faire les pointes des armes offensives et les instruments de labour [1]. Cependant il resta longtemps très-rare, puisque trois siècles avant Jésus-Christ, Alexandre reçut de Porus un présent de 40 livres d'acier. A la même époque, les Romains l'employaient pour fabriquer les outils dont ils se servaient dans l'exploitation des mines, et il est probable que l'acier, ou au moins la trempe, n'était pas alors connu dans les Gaules, car nos ancêtres avaient de larges épées frappant de taille et qui se pliaient aux premiers coups; aussi les Romains les égorgeaient-ils facilement au moment où ils se baissaient pour les redresser avec le pied [2]. Il est probable qu'alors le fer et l'acier s'obtenaient tous deux par un procédé analogue à celui des forges catalanes actuelles. L'irrégularité de la fabrication pouvait donner l'acier, le fer aciéreux ou le fer doux, et, dans l'enfance de cet art, la nature du produit ne dépendait sans doute pas de la volonté de l'ouvrier. Pline attribuait ces différences dans les propriétés aciéreuses du fer, soit à la valeur du minerai, soit à la qualité de l'eau dont on se servait pour la trempe.

1. Homère, *Od.*, IX, id. XIX.
2. Polyb., l. II.

L'acier de la Norique (la Styrie actuelle) était déjà très-estimé, celui de l'Espagne, et principalement de la Biscaye, est resté en grande réputation. Bilbao et Calatayud fournirent les aciers fins jusqu'au seizième siècle, époque à laquelle le commerce alla les demander à l'Allemagne, puis à l'Angleterre. Tout le moyen âge se passa sans que la fabrication fût sensiblement améliorée. Agricola, qui écrivait à Chemnitz, en 1546, en parle à peine, et c'est seulement à la fin du seizième siècle que la découverte des fourneaux à cuve permit d'obtenir des aciers naturels par la méthode encore suivie aujourd'hui. L'acier de cémentation ne date que de la fin du dix-septième siècle, et l'acier fondu du milieu du dix-huitième.

Tant que les emplois de l'acier ont été bornés à la fabrication des outils proprement dits et à celle des objets d'une masse relativement faible, la question de la qualité l'a emporté sur celle du bon marché, et les procédés traditionnellement employés pour sa production ont pu rester stationnaires. Cependant les progrès réalisés dans les industries dont cette matière est la base, et la substitution de l'acier au fer, qui est une des tendances de notre époque, ont fait cesser cette immobilité et déterminé les inventeurs à s'occuper de cette question. La dureté de l'acier, sa résistance plus considérable que celle du fer, sa propriété d'acquérir par la trempe des qualités nouvelles l'ont fait récemment adopter dans les chemins de fer, dans l'artillerie, dans la construction des machines et même dans celle des travaux publics. Ces différentes applications ne devenant possibles qu'à la condition d'une réduction considérable dans le prix de ce métal, il s'est produit dans ce sens un très-grand mouvement dont l'Exposition actuelle nous montre les magnifiques résultats. Déjà en 1862, le progrès était immense et le jury international constatait que depuis 1851 on n'avait pas pris en Angleterre moins de 177 patentes relatives aux perfectionnements dans la fabrication de l'acier. L'ardeur n'a pas été moins grande de ce côté-ci du détroit, et nous verrons bientôt que nous n'avons rien à envier aux Anglais sous ce rapport.

II. — Acier naturel.

Le procédé le plus anciennement suivi pour obtenir de l'acier, c'est celui qu'on emploie encore en Styrie, en Carinthie, dans la Prusse rhénane, le Tyrol, l'Isère, la Savoie, etc., et qui consiste dans un affinage partiel de la fonte au charbon de bois, analogue à celui qui a lieu dans la transformation de la fonte en fer. Ce procédé, qui n'agit que sur de faibles masses, exige des fontes spéciales manganésifères et provenant de minerais carbonatés spathiques, d'hématites brunes ou de minerai oxydulé magnétique. Il produit un métal nommé *acier naturel* dont l'emploi ne peut être généralisé. Il est malléable à froid, se soude facilement à lui-même et au fer, et peut subir des chaudes répétées sans perdre sa propriété aciéreuse; mais à cette sorte de rusticité qui le rend très-convenable pour la fabrication de la taillanderie et des instruments d'agriculture, se joint un manque d'homogénéité qui en interdit l'usage dans la plupart des autres applications. En outre, la nécessité où l'on se trouve de se servir de charbon de bois pour l'affinage de la fonte dont il provient et l'impossibilité d'opérer sur de grandes masses ne permettent ni de le livrer à un prix suffisamment bas ni de le fournir sous une autre forme que celle de barres de dimensions restreintes.

III. — Acier de cémentation.

En suivant l'ordre chronologique, le second moyen d'obtenir l'acier est la cémentation du fer. Ce procédé consiste, comme on sait, à chauffer en vases clos

le fer en barres dans un lit de charbon de bois contenant des matières organiques azotées. Cette opération, extrêmement lente et coûteuse, restitue au fer une portion du carbone que l'affinage fait perdre à la fonte qui le produit. Tous les perfectionnements introduits dans cette industrie ont consisté jusqu'ici à diminuer les frais de fabrication, en cherchant soit à rendre tous les fers communs aptes à recevoir la cémentation, soit à augmenter la rapidité de l'opération et à la rendre continue d'intermittente qu'elle est habituellement.

Les fers de Dannemora, de Vintjerne, de Kraeknas en Suède, ceux de Torocsobol en Russie sont à peu près les seuls d'une production régulière qui puissent se cémenter avec avantage et donner des produits de qualité supérieure auxquels la fusion ou au moins un corroyage convenable communique cette homogénéité complète qui est la condition indispensable à laquelle l'acier doit satisfaire. C'est en vain qu'on a essayé, en France surtout, à rendre nos fers communs aptes à être cémentés; tous les efforts des inventeurs sont venus échouer contre les difficultés inhérentes à la nature même des fers employés. Cet insuccès a pour cause principale l'ignorance où nous sommes, malgré les travaux récents dont nous dirons plus loin quelques mots, sur la constitution intime de l'acier et sur le véritable rôle du carbone dans ce produit. Il faut ajouter que les procédés proposés ont eu presque tous pour but d'opérer des modifications constitutionnelles dans le fer en barre pendant l'acte même de la cémentation, tandis qu'il eût été plus rationnel de s'attaquer à la fonte, la facilité avec laquelle on la met en fusion étant au point de vue des réactions chimiques un élément important du succès. Quoi qu'il en soit, les Anglais, dont l'esprit pratique a bien vite mesuré l'étendue de l'obstacle auquel on s'est heurté, ont préféré le tourner en accaparant les produits suédois dont ils font exclusivement usage et qui ne pénètrent facilement en France que depuis un assez petit nombre d'années. Les grandes aciéries du Yorkshire, dans lesquelles on a scrupuleusement conservé les procédés d'il y a cent ans, ont gardé, malgré une immobilité qui n'est pas dans les habitudes générales de l'industrie anglaise, le privilége de la fabrication des premières sortes d'acier dont l'excellente qualité n'a pu être dépassée jusqu'ici.

La cémentation de fer est cependant, il faut le dire, une opération peu rationnelle, et cela à deux points de vue différents. Le premier, c'est qu'elle a pour but de recarburer un produit dont une opération précédente avait eu pour résultat de décarburer la base, et il semble évident que la marche normale serait d'enlever à la fonte une portion du carbone qu'elle renferme, afin de produire l'acier, plutôt que de le lui enlever complétement dans le but d'obtenir du fer pour venir restituer ensuite à ce fer la portion de carbone qui le fait acier.

En ne tenant pas compte de la production de l'acier naturel, qui a une destination et des propriétés spéciales, cette observation si simple n'a été industriellement comprise que dans ces dernières années, bien qu'un assez grand nombre d'inventeurs aient proposé depuis fort longtemps de transformer directement en acier la fonte et même le minerai de fer.

Le second motif qui nous fait dire que la cémentation est une opération peu logique dans son essence, c'est sa lenteur et sa discontinuité qui ont pour conséquence un matériel plus considérable, une main-d'œuvre plus coûteuse et une plus forte dépense de combustible. On sait en effet qu'il faut chauffer le fer pendant plusieurs jours au contact du charbon de bois, et, quand l'imprégnation du carbone s'est faite jusqu'au centre, laisser refroidir le four pour enlever les barres. C'est pour obvier à cette perte de chaleur et à la dépense de matériel motivée par l'intermittence des opérations que M. Chambeyron, entre autres inventeurs, a proposé il y a quelques années d'opérer la carburation du fer au

moyen de gaz azoto-carburés sans cesse régénérés par la distillation de matières animales, et de renfermer les barres dans des espèces de cornues analogues aux cornues à gaz permettant de charger et de décharger le fer sans interrompre le feu. Ce procédé est employé dans une des usines du bassin de la Loire.

IV. — Acier puddlé.

L'idée de traiter la fonte en grandes masses pour la transformer en acier est loin d'être nouvelle: c'est vers 1771 que James Goodyer proposa cette méthode qui consistait à chauffer la fonte et à la brasser au contact de l'air et de scories oxydantes. Ce procédé qui peut être considéré comme une sorte de puddlagé ne paraît pas avoir été réellement employé; la fabrication industrielle de l'acier puddlé ne remonte guère qu'à vingt ou vingt-cinq ans. En 1838, des essais furent tentés, sur les avis de Karsten, par M. Stengel, alors directeur des fonderies de Lohe, près Siegen en Prusse; la réussite n'eut cependant lieu que quelques années plus tard, à Limbourg, chez MM. Boïng et Cie.

Dans la Prusse rhénane, on employait alors, et on emploie encore, pour le puddlage, de la fonte au bois aciéreuse, blanche ou truitée et provenant de minerais spathiques. On est arrivé à produire ainsi des aciers puddlés d'une qualité supérieure. Les fontes ordinaires au bois, employées dans les mêmes conditions, ont donné des aciers naturellement plus communs. L'usine de Seraing fut la première qui parvint à puddler pour acier des fontes au coke très-ordinaires, vers 1851, et quelques années plus tard, MM. Schneider et Cie, du Creusot, arrivèrent au même résultat. L'acier ainsi obtenu, bien qu'inférieur à l'acier cémenté, est cependant assez convenable pour la fabrication des grosses pièces de machines; l'exposition de 1855 est la première qui ait révélé dans la construction des machines cette tendance à substituer au fer un métal plus léger, plus résistant et plus dur.

V. — Acier fondu.

Quelle que soit celle des trois méthodes, dont nous venons d'esquisser les traits principaux, qu'on ait adoptée pour produire l'acier, il n'acquiert une homogénéité complète que par la fusion. Cette opération difficile, surtout à cause de la haute température à laquelle les creusets doivent être portés, fut exécutée pour la première fois en 1740, avec des barres cémentées, par Huntsman, d'abord à Handsworth, puis à Sheffield. La découverte de Huntsman ouvrit un immense débouché aux aciéries du Yorkshire, et la supériorité des aciers fondus de Sheffield procura à l'Angleterre non-seulement la clientèle de la France, mais encore celle de l'Allemagne qui fabriquait alors les meilleurs aciers.

L'acier de cémentation fondu est encore de beaucoup le plus homogène; cependant on fait depuis longtemps des aciers puddlés fondus. L'usine de M. Krupp, à Essen, emploie encore aujourd'hui, outre le métal Bessemer, des aciers puddlés de Geiweid, d'Olpe et de Lohe, ces derniers provenant de fontes mixtes au bois et au coke.

VII. — Constitution intime de l'acier, recherches récentes à ce sujet.

Abstraction faite des substances nuisibles, on a longtemps considéré la fonte et l'acier comme deux combinaisons différentes du carbone avec le fer : il est probable cependant que les réactions qui se passent dans la production de ces deux corps, donne lieu à des phénomènes plus complexes que ceux qui accompagnent la production d'une combinaison définie entre deux corps élémentaires.

La manière dont le carbone se comporte dans les différentes qualités d'acier et dans les fontes blanches truitées, grises, graphiteuses, etc., soit en présence des réactifs soit à l'égard de la chaleur, l'énergie d'absorption du fer pour les gaz carburés, le fait de la cémentation lui-même donnent un grand intérêt à l'étude de la constitution intime de l'acier et de la fonte. D'après M. Frémy qui s'est beaucoup occupé de cette question, l'acier est une combinaison du fer avec un radical analogue au cyanogène et composé de carbone et d'azote. Il a réussi à opérer au moyen de brasques siliceuses, phosphoreuses ou sulfureuses, la substitution du silicium, du phosphore et du soufre au carbone constitutif de la fonte. Dans ce cas le carbone se sépare de la masse et cristallise en lames graphiteuses. En suivant cet ordre d'idées, M. Frémy est arrivé à produire de l'acier en faisant passer sur du fer métallique de l'ammoniaque qui donne de l'azote et de l'hydrogène carboné qui fournit du carbone. Cette affinité, au moins apparente, du fer pour l'azote, a été mise en évidence par une expérience de M. Desprez, dans laquelle il a décomposé le gaz ammoniaque en le faisant passer sur du fer porté au rouge, lequel a absorbé une fraction notable de son poids d'azote. Cependant il serait possible que cette absorption de l'azote provienne seulement d'une faculté de condensation du fer analogue à celle qui se manifeste quand on le met à une température élevée, en présence de l'oxyde de carbone ou de l'hydrogène carboné. De son côté, M. Frémy a pu obtenir un corps métallique brillant, prenant l'aimantation comme l'acier lui-même, en faisant passer un courant d'ammoniaque sur du protochlorure de fer anhydre. Il semblerait donc que la présence de l'azote est indispensable pour la fixation du carbone, mais suivant M. Margueritte la présence de ce gaz serait inutile pour provoquer la combinaison du fer et du carbone. Ce chimiste cite à l'appui de son assertion ce fait caractéristique, qu'en faisant chauffer dans un courant d'hydrogène pur un morceau de fer pur sur lequel on a placé un fragment de diamant, ce dernier fait un trou et une goutte de fonte tombe sur les parois du tube où se fait l'expérience.

M. Caron, qui ne partage pas les idées de M. Frémy sur la nature de l'acier, tout en recommandant l'emploi des cyanures dans la cémentation du fer, nie même complétement la présence de l'azote dans l'acier. Il cite, à cet égard, l'opinion de Marchand qui prétend n'en avoir jamais trouvé plus de 1/10000 : encore, comme le faisait Berzélius, attribue-t-il cette faible quantité à la présence d'un azoture de silicium ou à celle d'un azoto-carbure de titane. M. Caron est parvenu à cémenter le fer au moins partiellement en le chauffant dans un courant d'hydrogène carboné pur, et est d'accord, à cet égard, avec M. Gruner et avec M. Macintosh. Quoi qu'il en soit, l'emploi des substances azotées dans la cémentation, l'usage des cyanures et des matières organiques azotées dans les divers procédés de la trempe en paquets, semblent donner raison à la théorie proposée par M. Frémy.

Ces questions, dont la solution a surtout sa raison d'être en ce qui concerne la cémentation du fer, deviennent pratiquement moins importantes, relativement au traitement direct des fontes, qui, déjà riches en carbone, doivent en perdre et non en gagner. Le rôle du phosphore, du silicium et du soufre est alors pour ainsi dire plus important à étudier que celui du carbone, car de l'absence de ces corps ou de leur présence dans le produit de la décarburation dépend la réussite ou l'insuccès de l'opération. Tous les procédés proposés pour enlever à la fonte la quantité de carbone nécessaire pour la convertir en acier, ont toujours à peu près réussi avec des fontes au bois, ne contenant ni soufre ni phosphore, tandis qu'ils ont échoué pour la plupart quand ils se sont attaqués à des fontes sulfureuses ou phosphoreuses.

Tous ces procédés, comme nous l'avons vu plus haut en parlant de l'acier

puddlé, ont suivi un ordre rationnel en marchant du simple au composé dans le choix des matières premières sur lesquelles ils devaient s'exercer, et la réussite partielle du traitement des fontes au bois de première qualité, a fait entreprendre celui des fontes au coke de second ordre.

VIII. — Décarburation de la fonte. — Historique.

Pour amener la fonte à l'état d'acier, deux moyens se présentent : le premier consiste à augmenter directement la quantité de fer qu'elle contient, le second à diminuer sa teneur en carbone.

Le premier procédé qui n'est pas le plus rationnel puisqu'il entraîne l'emploi d'une matière ayant déjà subi des transformations considérables, et possédant un prix élevé, a cependant été l'objet d'un assez grand nombre de brevets d'invention. Le premier qui se soit occupé de cette question est le chevalier de Béthune, qui obtint des lettres patentes le 1er décembre 1723, et fonda à Cosne une fabrique d'acier et de fonte malléable, qui est précisément celle dont parle Réaumur dans ses mémoires sur l'adoucissement de la fonte. En Angleterre, Heath proposa en 1839 de fabriquer de l'acier en fondant la fonte ordinaire avec du fer et une certaine quantité d'oxyde de manganèse; son invention fut perfectionnée en 1845, et fit un assez grand bruit en Angleterre, car sa patente ne subit pas moins de dix procès et fut prolongée de 7 ans. Stirling, en 1854, fabriqua de l'acier en fondant la fonte avec de l'oxyde de fer, et l'année suivante MM. Price et Nicholson employèrent le fin métal ou la fonte mazée en la fondant avec du fer forgé. Dans ces dernières années, M. Émile Martin a repris cette question et a adopté la fusion de l'acier puddlé imparfaitement décarburé dans un bain de fonte maintenue liquide sur la sole d'un four à réverbère.

Le second moyen de transformation c'est la décarburation proprement dite. C'est en principe celui qui a été adopté pour la fabrication de l'acier naturel, mais qui ne produit que de petites quantités d'un acier peu homogène. A part cette application connue de temps immémorial, on ne trouve que de vagues indices dans ce sens avant 1848. A cette époque Newton se fit breveter en Angleterre pour un procédé de transformation de la fonte en acier, fondé sur l'emploi d'un courant d'air atmosphérique et d'oxyde de carbone qu'on faisait passer sur la fonte maintenue à l'état liquide. Un moyen analogue fut inventé par Marcy en 1849, et n'était pas sans quelques rapports avec le mazéage de la fonte.

L'emploi des gaz projetés à la surface d'un bain de fonte, a pour résultat un contact insuffisant avec la masse, et qui n'est nullement à comparer avec ce qui se passe dans l'affinage de la fonte pour fer ou pour acier où les gouttes passent sous le vent des tuyères. Il était naturel de chercher à employer des tuyères plongeantes dans le but d'augmenter la surface de contact et de diviser la masse métallique. Quelques essais préliminaires tentés par Hill en 1817, et plus tard par quelques autres inventeurs, furent le point de départ de l'application à la métallurgie de ce principe si fréquemment suivi dans les arts chimiques.

M. Nasmyth est le premier qui ait eu l'idée d'accélérer la décarburation de la fonte en la soumettant dans un four à puddler à l'action d'un courant de vapeur au moyen de tuyères plongeantes. Son but était d'obtenir un affinage plus complet en agitant mécaniquement la fonte et en lui fournissant par la décomposition de la vapeur, de l'oxygène pour en brûler le carbone, et de l'hydrogène pour en séparer le soufre et le phosphore.

Cet emploi de la vapeur d'eau lancée dans l'intérieur d'un bain de fonte liquide, a été depuis proposé de nouveau par M. Galy-Cazalat et par M. Bessemer. L'année suivante, M. Martien reprit la question et indiqua de nouveau la ma-

nière de fabriquer l'acier en forçant l'air et la vapeur d'eau de pénétrer dans l'intérieur d'un bain de fonte liquide pour opérer sa décarburation partielle et obtenir de l'acier. Ce fut un mois après M. Martien que M. Bessemer prit le premier de ses innombrables brevets.

IX. — Remarques sur le procédé Bessemer.

Accueilli d'abord par un doute à peu près universel, le procédé Bessemer a été ensuite l'objet d'un enthousiasme sans doute exagéré, dont on commence à revenir un peu aujourd'hui. Il fut d'abord pratiqué en Angleterre sur une grande échelle, et on y a bien vite reconnu la nécessité de n'employer que les fontes les plus pures ainsi que l'avait conseillé dès le commencement le colonel Wilmot, directeur de l'arsenal de Woolwich. M. Bessemer lui-même a avoué depuis qu'il ne pouvait traiter les fontes tant soit peu phosphoreuses ou sulfureuses. En Angleterre les meilleures fontes au coke, celles de Pontypool et de Blaenavon n'ont pas donné de bons produits, et en pratique on se sert à peu près exclusivement de fonte de Suède d'excellente qualité, ainsi que des fontes au bois des Indes et de la Nouvelle-Écosse. Cependant la fonte de Workington, provenant de l'hématite rouge, celles de Cleaton-Moor, de Weardale et de Forest of Dean ont donné de bons résultats.

Nous n'avons pas l'intention de décrire en détail les appareils et les procédés de M. Bessemer que tout le monde connaît aujourd'hui, nous voulons seulement parler des applications différentes qu'on en a faites et des résultats qu'on en a obtenus.

En Suède, le pays par excellence des fontes aciéreuses, cette méthode a été vite employée, on s'est servi des fontes grises ou faiblement truitées de Dannemora, de Vintjerne, de Laengvik, de Kracknas, etc. Les appareils sont un peu différents de ceux qu'on a adoptés à Sheffield et à Saint-Seurin, et affectent plutôt la forme du cubilot. Des tuyères placées excentriquement communiquent au métal une agitation violente dont l'intensité est plutôt nuisible qu'utile, comme nous le verrons plus loin. L'affinage est plus brusque et plus rapide qu'en Angleterre et laisse encore moins de temps pour apprécier l'instant où doit se terminer l'opération. Le métal Bessemer suédois est meilleur que le métal provenant d'Angleterre et se rapproche plus de l'acier, tandis que ce dernier a plus de tendances à se rapprocher du fer à grains fins ; cependant on admet généralement que la méthode anglaise fournit des produits plus constants.

M. Christian Thal à Saint-Pétersbourg et M. Nystrom à Gloucester près de Philadelphie, ont introduit quelques modifications récentes à ces méthodes. Ce dernier semble avoir eu pour but d'allonger le temps de l'opération, et de permettre une épuration partielle en augmentant l'importance du rôle des scories.

La fabrication du métal Bessemer a été introduite en Autriche en 1863, à l'usine de Turrach en Styrie, puis à Heft en Carinthie, dans l'usine de la compagnie Rauscher qui produit d'excellentes fontes tout à fait analogues aux produits suédois, enfin, à Gratz, en 1865, pour la fabrication des rails de la compagnie des chemins de fer du Sud de l'Autriche, et à Neuberg qui est une usine du gouvernement.

Les méthodes suédoises et anglaises y ont été employées concurremment; on s'est bien trouvé de l'usage des fontes traitées au bois, mais on n'a pu ni traiter des fontes blanches ni obtenir des aciers tendres ; le point d'arrêt était extrêmement difficile à saisir, et le métal se solidifiait à la coulée.

Le métal Bessemer est donc aujourd'hui fabriqué dans un assez grand nombre d'usines importantes, mais malheureusement le succès n'a été que partiel

en ce sens que d'un côté on ne peut compter sur la régularité de la fabrication, et que d'un autre côté le produit ne peut être considéré comme de l'acier proprement dit comparable aux bonnes qualités d'acier de Sheffield ou de Saint-Étienne. Comme le dit très-bien M. Frémy, le métal Bessemer est une combinaison de fer fondu avec une petite quantité de fonte aciéreuse. Une preuve pratique de cette assertion c'est que l'on est presque toujours dans la nécessité d'ajouter au produit après une opération poussée trop loin, une certaine quantité de fonte aciéreuse manganésifère. On ne saurait admettre que, par le fait seul de la fusion, un mélange de fer plus ou moins carburé et de fonte constitue un produit dans lequel le carbone soit réparti aussi uniformément que dans l'acier de cémentation fondu. Il existe dans la fonction remplie par le carbone de l'acier dans sa manière d'être vis-à-vis du fer, un point qui n'a pas encore été suffisamment éclairci et qui expliquera plus tard, sans doute, pourquoi deux échantillons d'acier ayant même grain et même teneur en carbone, se comportent de manières si différentes à la forge et à la trempe.

D'après M. Grüner, les circonstances dans lesquelles se produit la décarburation dans le convertisseur, ne permettent pas le départ des substances étrangères; le phosphore ne peut être en effet éliminé qu'à l'état de phosphate, et la chaleur interne ainsi que l'extrême agitation produite par le vent des tuyères déterminent une réaction qui ramène les phosphates des scories à l'état de phosphures; c'est ce brassage énergique qui empêche aussi la séparation du soufre en facilitant la réaction du fer sur les oxysulfures et sur les sulfo-silicates. Il résulte de là que le départ du fer dans les scories se faisant en plus grandes proportions que celui du soufre et du phosphore, le métal produit est plus riche en soufre et en phosphore que la fonte dont il provient.

C'est là, on en conviendra, un vice radical. On peut donc dire, que si dans le procédé du puddlage où un contact moins intime et une chaleur moins grande facilite l'opération, on peut produire d'assez bon acier avec des fontes très-ordinaires : il est impossible, dans le procédé Bessemer, d'obtenir de l'acier même médiocre, sans employer d'excellentes fontes.

Cette méthode n'est donc applicable, nous l'avons dit plus haut, et la pratique l'a surabondamment prouvé, qu'à des fontes très-pures, ne renfermant que des traces inappréciables de soufre et de phosphore, c'est-à-dire à des matières premières dont la production est très-limitée. La grande difficulté d'apprécier d'une manière certaine le degré d'avancement de la décarburation, nécessite aussi dans une fabrication qui devrait être régulière non-seulement l'intervention d'un tour de main d'où dépend la réussite d'une opération, mais encore de nombreux tâtonnements à chaque fois qu'on change la nature des fontes qu'on veut mettre en traitement. De plus la chaleur est principalement developpée par la combustion du fer; c'est-à-dire aux dépens de la masse métallique elle-même : on ne peut dire que ce soit là le combustible le plus économique.

L'instabilité dans la nature des produits, qui est une conséquence des faits que nous venons d'exposer, a obligé le fabricant, pour arriver au moyen d'un triage soigné à obtenir des aciers homogènes, à établir un assez grand nombre de classes, 7 à 10 suivant les usines, depuis l'acier peu malléable et ne pouvant se souder contenant 1,5 pour cent de carbone jusqu'au fer presque doux en renfermant 0,09 pour cent [1].

Le métal Bessemer n'est donc pas de l'acier dans la rigoureuse acception du mot, et on devra l'écarter de la pratique, comme le dit le rapport du jury inter-

1. Voir dans les *Annales du Génie civil*, 5e année, les méthodes pratiques et scientifiques adoptées pour arriver au classement des aciers Bessemer.

national de l'exposition de 1862, quand on aura besoin d'un tranchant effilé ou d'un beau poli, et quand il sera nécessaire d'avoir recours à la soudure ou d'obtenir un métal à la fois dur et élastique. Cependant si nous sommes devenus difficiles, si nous exigeons maintenant que la métallurgie nous livre à bas prix de véritables aciers pour nos machines et pour nos canons, il n'en faut pas moins conclure que le procédé Bessemer a été un immense progrès et qu'il a fait passer dans la pratique, la fabrication en grandes masses de l'acier ou au moins d'un métal possédant quelques-unes de ses propriétés et pouvant se substituer au fer avec avantage, dans les cas où on exige une qualité supérieure, une résistance plus grande et un poids plus considérable.

X. — Procédé de M. Bérard.

La difficulté est donc de fabriquer de l'acier réel pouvant servir aux mêmes usages que l'acier fondu provenant de barres cémentées en employant les premières fontes venues.

M. A. Bérard, dont nous allons décrire le procédé, a réussi avec un rare bonheur à résoudre ce problème en s'attachant à faire précéder la décarburation proprement dite par une opération pouvant enlever d'abord aussi complétement que possible les corps susceptibles de nuire à la qualité de l'acier; il a compris, en un mot, qu'avant de transformer la fonte, il fallait l'épurer.

L'opération pratiquée par M. Bérard se décompose donc en deux périodes distinctes par les effets, mais se suivant sans interruption, savoir : l'épuration de la fonte, puis sa décarburation pour amener celle-ci à la teneur voulue en carbone, de manière à obtenir un acier de qualité déterminée.

Cette manière de procéder nous paraît en principe éminemment logique : il est évident, en effet, que lorsqu'on agit sur des fontes qui ne sont pas absolument pures, ce qui est le cas le plus général, et qui renferment d'autres corps que le fer et le carbone, il faut avant tout procéder à l'élimination de ceux de ces corps qui peuvent être le plus nuisibles à la qualité du produit, c'est-à-dire le soufre, le phosphore, l'arsenic, et, de plus, le silicium au delà d'une certaine proportion. Ainsi que nous l'avons dit, la simple action de l'oxygène à une haute température pourrait éliminer une partie de ces substances essentiellement oxydables, mais en entraînant le départ d'une quantité de fer au moins proportionnelle, ce qui n'améliorerait en rien la nature du métal restant. Il fallait donc de toute nécessité trouver un moyen pratique de ramener l'oxyde de fer à son radical en le faisant rentrer dans la masse du liquide. En un mot, agir sur le bain métallique de fonte alternativement par oxydation et par réduction.

En opérant la réduction à l'aide de l'hydrogène, on obtient ce double avantage de réduire le déchet et d'éliminer les deux corps les plus nuisibles, le soufre et le phosphore. On sait, en effet, que la puissance d'affinité de ces métalloïdes pour l'hydrogène est considérable et que, sous l'influence d'une température élevée, il se formera plus facilement des hydrogènes sulfurés et phosphorés que des acides sulfureux et phosphoreux : tous ces corps, étant volatils, se dégageront facilement de la masse liquide en se répandant dans l'atmosphère.

Pour arriver à une opération aussi complète que possible, il fallait donc pouvoir retarder aussi longtemps que cela peut être nécessaire, en raison de la nature et du degré d'impureté des fontes soumises au traitement, la décarburation qui doit s'opérer pendant la période d'oxydation, et éviter d'atteindre, en quelque sorte trop vite, l'instant où la fonte ne contient plus que la proportion voulue de carbone pour constituer l'acier. Ce résultat peut être obtenu avec

une même nature de fonte, en restituant à celle-ci le carbone brûlé, soit à l'aide de gaz carburants, tels que l'oxyde de carbone et les hydrogènes carbonés, ou par voie de cémentation par contact.

Dans cet ordre d'idées, il se présentait en outre une difficulté sérieuse à surmonter : la période d'oxydation développe une température élevée; mais, par contre, celle de réduction absorbe une quantité sensible de calorique; si donc on ne pouvait disposer d'une source de chaleur pour réagir sur le bain métallique pendant la période de réduction de manière à restituer le calorique absorbé, le refroidissement pourrait être tel que l'opération serait arrêtée.

La réalisation de ce problème complexe, exigeant des réactions déterminées devant se produire à point nommé, ne pouvait être obtenue que par l'emploi des gaz agissant dans un four à reverbère et permettant de régler à volonté la proportion d'air et de gaz en présence, de façon à obtenir avec une égale facilité des flammes oxydantes ou des flammes réductives, et être complétement maître des réactions et du travail. L'emploi du gaz devenait dans ce cas une condition *sine qua non* du succès.

Tel est le point de départ des principes théoriques qui ont dirigé M. Bérard dans le développement de son système. Examinons actuellement par quelles voies il a passé de la théorie à la pratique.

L'appareil de la transformation de la fonte est un four à reverbère à double sole marchant au gaz (voir fig. 1 et 2, pl. XXIX). La sole étant la partie du fourneau dont l'altération, par suite de la corrosion opérée par la fonte, est la plus rapide, M. Bérard a eu l'heureuse idée de rendre mobile cette partie du four : un point hydraulique *ab*, dans lequel l'eau est remplacée par de la terre délayée, rend la fermeture parfaitement hermétique et le remplacement des soles A et B de la plus grande facilité.

La garniture intérieure des soles formant cuvette C est en brasque fortement damée : cette brasque contribue à restituer à la fonte le carbone qu'on lui enlève, de manière à retarder l'affinage.

Dans l'espace compris entre les soles est un emplacement C, sur lequel on dispose un autel formé d'une couche de coke. Les flammes oxydantes, en passant au travers de cette couche de combustible, deviennent réductives.

Entre l'autel et chacune des soles est un plan incliné D servant au chargement de la fonte et à sa liquéfaction. La fonte, amenée à la température de sa fusion, coule dans les soles dont le fond se trouve parfaitement échauffé. Ces deux compartiments peuvent être supprimés si la fonte est amenée à l'état liquide dans le four, ce qui est préférable et avance notablement l'opération.

Le fourneau est chauffé par les gaz produits dans des générateurs spéciaux. Une batterie de cinq tuyères annulaires EE' est établie à chaque extrémité pour l'introduction du gaz dans le four : elles alternent dans leur jeu. L'air échauffé par les flammes perdues du four arrive dans la partie centrale de chaque tuyère annulaire; la dépense en est réglée par un obturateur, et on peut ainsi obtenir à volonté, avec la plus grande facilité, des flammes plus ou moins oxydantes ou même réductives.

Une disposition de valve et soupape permet de faire passer le courant des flammes dans le four alternativement de droite à gauche ou de gauche à droite.

Le bain de fonte étant formé sur chaque sole, on introduit une tuyère plongeante à air, dont on peut voir la disposition en F, fig. 2, dans le bain de la sole qui reçoit directement le courant des gaz : la pression du vent doit être supérieure à la résistance qui naît de la colonne de fonte liquide à déplacer. Ce

jet d'air comprimé provoque un bouillonnement tumultueux de la masse liquide : des gouttelettes de fonte sont projetées et traversent une atmosphère oxydante pour rentrer dans le bain et réagir sur celui-ci. Il se produit une élévation considérable de température qui se transmet à la sole voisine, de manière à rétablir l'équilibre résultant de l'absorption de calorique dans la période de réduction. Ce courant opère en même temps un brassage énergique qui dispense de toute main-d'œuvre.

Après avoir fait agir ainsi l'air pendant dix minutes environ, on renverse le courant des flammes et on opère de même avec une tuyère plongeante à air sur la deuxième sole, mais pendant ce temps on agit par voie de réduction sur la première sole de manière à réduire les oxydes formés pendant les dix minutes de la période oxydante qui a précédé. A cet effet, on introduit dans le bain métallique une tuyère plongeante alimentée par des gaz réducteurs, oxyde de carbone, hydrogène carboné et non carboné. Ces gaz, produits dans un générateur spécial, et en partie par la décomposition de la vapeur d'eau surchauffée, sont préalablement épurés avec soin : ils sont aspirés d'un réservoir au moyen d'une machine aspirante et foulante qui les comprime à la pression voulue et les refoule dans un appareil de réchauffage d'où ils arrivent à la tuyère plongeante à une température assez élevée.

L'action de ces gaz est de splus marquées sur le métal; on connaît, en effet, la puissance énorme d'absorption du fer à chaud et de la fonte pour l'hydrogène carboné principalement; il se produit des phénomènes remarquables, mais encore peu connus; il y a là, sans aucun doute, un champ nouveau des plus intéressants à observer pour l'avenir de la métallurgie.

L'action de ces gaz non-seulement réduit une proportion sensible d'oxyde de fer et diminue ainsi les déchets, mais il y a carburation de la fonte en intensité variable, suivant la composition du gaz, suivant qu'ils renferment une proportion plus ou moins grande d'hydrogène pur ou d'oxyde de carbone et hydrogène carboné. On peut ainsi, soit en modifiant la composition des gaz, ce qui est facile par le mode de leur production, soit en prolongeant plus ou moins l'action carburante ou réductive, activer ou retarder la durée de l'opération sans augmenter les déchets d'une manière sensible. Cette durée dépend de l'état d'impureté des fontes soumises au traitement. Avec des fontes grises de qualité moyenne on peut se contenter d'une période d'opération d'une demi-heure à trois quarts d'heure pour une quantité de 2 à 3000 kilogrammes.

Les actions oxydantes et réductives alternent par durée de 10 à 12 minutes.

Au début de l'opération, on fait écouler une partie des scories dont le bouillonnement trop abondant pourrait gêner le travail. Il est bon d'en conserver une certaine couche sur le bain métallique où leur réaction est utile à plus d'un point de vue : les scories au contact du métal facilitent le départ de certains corps nuisibles, tels que le silicium et le phosphore; celui-ci entre en dissolution dans la scorie à l'état de phosphate de fer.

La dernière période de l'opération est consacrée à la décarburation sous l'action seule de l'air ou de corps oxygénés, tels que les oxydes de fer purs, qu'on peut ajouter; mais l'action de l'air est plus rapide. On amène ainsi le bain métallique, suffisamment épuré, à ne plus contenir que la proportion voulue de carbone pour produire des aciers plus ou moins durs et se rapprochant de l'état du fer.

Des prises d'essai devenues de plus en plus fréquentes vers la fin de l'opération, indiquent le point où il convient de s'arrêter. On suspend alors l'injection de l'air, on laisse le bain se calmer pendant 2 ou 3 minutes, puis on procède à la coulée.

Le métal se rend dans une poche à tampon, semblable à celles dont on se sert ordinairement, et est distribué dans des lingotières. Ce travail exige certaines précautions connues, dans le détail desquelles nous n'entrerons pas ici.

Aussitôt une opération terminée, une autre peut lui succéder immédiatement : le travail est ainsi continu.

La sole étant la partie du fourneau qui, par l'action corrosive de la fonte, peut être soumise aux réparations les plus fréquentes, est remplacée très-facilement sans perte de temps appréciable : c'est une innovation des plus heureuses.

Par le système Bérard, il serait facile d'arriver à une production considérable, 50 à 60 tonnes par jour, avec une installation d'un prix relativement peu élevé ; et, en se plaçant à portée d'un haut-fourneau, la fonte serait versée directement dans le four de transformation : on arriverait ainsi à une économie remarquable dans les frais de conversion. L'acier en lingots pourrait être ainsi obtenu à meilleur marché que le fer.

Quant au déchet, il est réduit au minimum : on peut admettre 8 à 10 pour 100.

L'acier produit par ce système a des caractères qui lui sont propres et sur lesquels nous devons insister en peu de mots.

Par le procédé Bessemer, la décarburation de la fonte est poussée au point extrême, puis on restitue la proportion voulue de carbone par une addition de fonte fine au moment de la coulée.

On obtient ainsi un produit qui ne saurait avoir une grande homogénéité et qui est un mélange de fer souvent brûlé et de fonte.

Ce métal ainsi obtenu, qui n'est pas considéré comme de l'acier proprement dit, n'a que des emplois limités, il prend fort mal la trempe et ne peut convenir à la fabrication des taillants.

Dans le système Bérard, toute la masse métallifère est également soumise à l'action du travail, aussi le produit est-il d'une homogénéité parfaite : le grain est toujours fin et serré, ayant l'aspect de l'acier dur, bien que le métal avant la trempe soit très-doux et très-malléable.

Cet acier est très-sensible à l'action de la trempe : il acquiert alors une dureté remarquable qui le rend propre à la fabrication des outils de tous les genres. Soumis par M. Charpentier fils, ingénieur aux forges de Montataire, à une série de trempe et de recuit, il a résisté sans altération sensible à dix ou douze actions de cette nature : sa densité s'est accrue après les premières trempes, elle a atteint le chiffre de 8.92, densité supérieure à ce qui avait été obtenu jusqu'ici.

H. DUFRENÉ, ingénieur civil,
ancien élève de l'École centrale.

(*L'Etude des métaux* (ACIERS) *et des spécimens qui figurent à l'Exposition sera continuée dans un prochain fascicule.*)

X

LE MOBILIER

PAR M. LÉON CHATEAU.

II

Il est évident pour tous ceux qui examinent sans parti pris les meubles exposés dans la galerie du mobilier, que la France remporte aujourd'hui, sur les autres nations exposantes, une victoire nouvelle et non disputée. Ce n'est certes pas que nous n'ayons que des chefs-d'œuvre à signaler. Il s'en faut malheureusement de beaucoup. Mais, prise en masse, et sauf quelques exceptions vraiment déplorables, notre exposition française maintient la supériorité de nos ameublements qui serviront longtemps encore de modèle aux ébénistes étrangers. Il était à craindre, après le grand succès de nos meubles à l'Exposition de Londres, en 1851, que nous ne nous fussions endormis sur nos lauriers : notre victoire avait été si complète, qu'elle devenait dangereuse. Nous avons vu, en effet, l'Angleterre faire les plus grands efforts pour renouveler ses arts industriels ; les autres nations ne restaient pas en arrière, et nous paraissions ne pas nous douter qu'en ne marchant pas, nous étions tout disposés à reculer. Un cri d'alarme fut jeté et une lutte — pacifique s'il en fût — se continua, qui montra bientôt la marche en avant de l'Angleterre. En 1855, elle avait fait un pas immense, — un peu avec nos propres armes. Il y avait là de quoi effrayer les plus hardis et l'on se demandait quel serait le résultat du concours de 1867. Nous le savons maintenant, et beaucoup n'ont jamais douté de notre succès. C'est que le goût ne se perd pas en France, et que si l'esprit d'invention faiblit au milieu de nos sociétés affaissées, qu'entraîne le courant des intérêts matériels, nous conservons toujours l'esprit et l'imagination de nos aïeux. J'ajoute que, moins attachés qu'eux à la tradition, cherchant et créant davantage, plus libres et plus indépendants dans nos idées artistiques, nous ouvrons devant nous une route qui doit nous conduire à un but encore peu visible, mais que l'avenir seul éclaircira, il ne faut pas en douter. On dit, le style nous manque, sans doute ; il nous manque en architecture, en sculpture, en peinture, il doit nous manquer dans ces industries, ébénisterie, orfévrerie, bronzes, qui relèvent directement des arts du dessin. Est-ce à dire pour cela que nous soyons dans une époque de décadence ? Ce n'est pas notre avis. Disons plutôt que nous sommes dans un temps de transition comme l'histoire des arts nous en montre chez les Grecs avant Périclès, en France avant le treizième siècle, en Italie avant la Renaissance.

Et d'ailleurs, est-ce qu'un style s'invente à jour fixe, à un siècle donné ? Est-ce qu'une grande époque artistique n'est pas le résultat des efforts des longues années qui l'ont précédée ? — Ce qu'il faut, c'est ne pas s'arrêter, c'est continuer à propager les connaissances qui mènent l'ouvrier-artiste à mieux comprendre son œuvre et à élever sa pensée ; c'est persuader au véritable artiste, — sculpteur,

peintre ou architecte — qu'il a mission de donner son concours fraternel toutes les fois que les industries artistiques le lui réclament.

Je sais bien qu'aujourd'hui ce concours efficace, que nous demandons si instamment, n'est plus à l'état de désir, qu'il s'est affirmé depuis l'ère des grandes expositions, et que plusieurs de nos maîtres ébénistes lui ont dû de brillants et légitimes succès. — Personne ne l'ignore assurément, mais nous devons insister sur la nécessité d'entrer dans cette voie s'ouvrant large et belle et qui, dans notre pays, n'aurait jamais dû se fermer ni même se retrécir.

Il me semble que là est la vraie lutte à soutenir avec les étrangers et avec nous-mêmes. On sait que les Anglais l'ont parfaitement compris après 1851, et que tous leurs efforts se sont tournés du côté de la partie artistique qui leur faisait défaut. Leurs progrès depuis ont été réels: ils le sont encore, et doivent nous donner à penser. Aussi voyez comme l'Angleterre est fière de présenter les œuvres de ses grands ébénistes, — à l'entrée de la section anglaise dans la galerie du mobilier.— Presque toutes ces œuvres sont d'une richesse outrée, et cependant elles sont froides et guindées ; l'art, trop souvent, y brille par son absence, mais non l'étude. On voit bien que nos voisins nous suivent du regard et que bien souvent ils ouvrent leurs bras et leurs bourses à nos artistes qui, heureusement mettent leur griffe sur tout ce qu'ils font. Je viens de dire que si l'inspiration manque, l'étude sérieuse est visible dans les ameublements anglais. Examinez, en effet, l'exposition de M. John Grace (dans le grand vestibule) ; c'est le Fourdinois de l'Angleterre ; une mer les sépare. Voici un cabinet d'une richesse inouie ; tous les bois précieux, les bronzes les plus dorés, les plus fins médaillons de Wedgewood, entrent dans sa confection et dans son ornementation; mais pour voir ce prodige de patience, il faut fermer les yeux, tant le papillotage de tous ces éléments fait disparaître les lignes de la construction. Dans ce meuble, l'idée artistique, la composition n'est évidemment pas à la hauteur de l'exécution, et sous ce dernier point de vue, je n'ai que des éloges à faire.—J'aime mieux le meuble du milieu, tout en chêne, cherchant la Renaissance et la rencontrant un peu. Mais dans ce meuble encore, quoique plus sobre que le précédent, il y a trop de sculptures, et les incrustations d'ivoire autour des portes, celles en marbre et en malachite, nuisent à l'effet général de la composition. Quant au couronnement, il est heureusement trouvé et se complète bien par un élégant vase émaillé. Je préfère de beaucoup ce meuble au premier, mais j'aime mieux encore le troisième meuble exposé par la maison J. Grace ; c'est une bibliothèque en chêne de dimensions ordinaires, genre gothique manquant de sobriété, mais dont les lignes présentent une certaine harmonie qu'on ne trouve pas souvent dans les ameublements anglais. Les deux colonnettes qui soutiennent la fine galerie du couronnement, ont de l'élégance et leurs chapiteaux de bonnes proportions. Les ferrures des portes, la serrure et les grilles légères complètent le caractère de ce meuble dont le prix doit être abordable, au moins, je le suppose, car presque tous les exposants du mobilier, étrangers et français, n'ont pas jugé à propos de le faire connaître au public.

Ce que je viens de dire des meubles de Grace, peut parfaitement s'appliquer à ceux de son rival, M. Trollope. Des trois grands meubles exposés par lui, deux sont des cabinets, l'autre un buffet. Les deux premiers sont en bois de poirier noirci et en ébène ; ils veulent être de la Renaissance ; celui de gauche seulement la rappelle par une certaine harmonie de proportions et des détails d'ornementation bien connus ; l'autre meuble est couvert de dorures, d'incrustations de bois teints, qui lui donnent l'éclat de la richesse, c'est vrai, mais qui ne cachent pas des formes lourdes et des profils vulgaires. Ces deux meubles, dont on voudrait voir l'emploi plus accusé, sont ornés des médaillons de Raphaël et de

Michel-Ange. Sans ces deux belles têtes, on ne devinerait pas le style que l'auteur a voulu imiter, et il a bien fait de se mettre sous la protection des deux grands artistes.

Le buffet exposé par la maison Trollope est en chêne sculpté. C'est bien un buffet, quoiqu'il y manque une ou deux étagères. Son ordonnance a cependant une certaine prétention, et je serais disposé à croire qu'il a été fait pour une place toute spéciale. Ainsi pourquoi cette fenêtre — car c'est une vraie fenêtre — à cintre surbaissé, couronné lourdement d'un fronton circulaire ? Un buffet n'en a guère besoin. Est-ce pour donner un appui à ces deux petits enfants placés à droite et à gauche et qui portent l'un les engins de la pêche, l'autre ceux de la chasse ? On aurait pu trouver mieux, il me semble. La table est supportée par des pieds un peu massifs ornés de guirlandes et rappelant de loin le style Louis XVI. Je n'ai qu'à louer l'exécution de ces meubles et à constater l'étude persévérante qu'ils dénotent de la part de leur auteur, pour arriver à un résultat sérieux, qui n'est pas atteint complétement, mais que, malgré tout, nous devons signaler.

Mais les deux meubles les plus remarquables de l'exposition anglaise du mobilier, ce sont un buffet et un meuble de salon dont nous ne voyons que la partie inférieure. Le buffet est de la maison Holland et fils : c'est un vrai buffet, rien n'y manque, ni les étagères ouvertes et fermées, ni les petits réduits pour loger les riens utiles qui font si bien sur le meuble, ni les tiroirs ; il est conçu dans le style gothique qu'affectionne l'Angleterre. Les formes sont bien étudiées, élégantes et ses divisions sont heureusement trouvées. La décoration est plutôt marqueterie que sculpture ; en tout cas, la solidité règne, la couleur générale du chêne n'est pas dominée par celle des autres bois, et quand le temps y aura mis sa patine, il présentera à l'œil une harmonie douce qui augmentera sa valeur. Ce meuble, qui peut ne pas plaire à tout le monde, est le seul de l'expotion anglaise du mobilier qui ait un caractère artistique complet, et nous en félicitons vivement les auteurs.

La maison Holland et fils expose encore deux autres petits meubles, dont la destination n'est pas assez accusée. Ils sont aussi d'un style gothique arrangé qui paraît dériver d'une étude un peu trop exclusive ; ils sont surchargés d'incrustations qui nuisent à leur ensemble et sont loin d'égaler le buffet dont j'ai parlé plus haut.

La maison Jackson et Graham a une exposition qu'il faut signaler. Deux étagères fermées en ébène incrusté d'ivoire se recommandent par une élégance de formes et une simplicité de décoration qui forcent l'attention.

Mais ce qui attire les regards dans l'exposition de MM. Jackson et Graham, c'est ce meuble de salon, incomplet, — la partie supérieure manquant, — qui est remarquable à tous égards. Sa composition est architecturale : quatre pilastres corinthiens cannelés supportent une corniche ornée et donnent trois parties, deux petites et une grande au milieu. L'ébène est seule employée comme bois, et ce qui fait la valeur de ce meuble, ce sont les incrustations et les panneaux d'ivoire gravé avec une maestria étonnante. On doit aussi louer l'harmonie réelle des proportions adoptées. C'est là évidemment une œuvre qui fait honneur à la maison Jackson et Graham ; je lui souhaite un amateur assez riche ou un souverain en visite qui veuille la lui acheter ce qu'elle vaut déjà, cinquante-trois mille francs, m'a-t-on dit.

Il me reste, pour achever ma visite aux ameublements anglais, à signaler les meubles de Gillow et Comp., parmi lesquels on remarque un meuble de salon en poirier noirci, d'un travail chargé, d'un aspect lourd, mais qui dénote une grande habileté; une grande armoire, à trois corps, qu'affectionnent les Anglais,

qui doit être très-commode, mais qu'ils font avec trop de prétention. Les siéges exposés par cette maison sont conçus dans un bon style, un peu cherché peut-être :— mais pourquoi donner des proportions si exiguës à des siéges ?

Enfin, je ne veux pas oublier les meubles en bois satinés,— bien anglais ceux-là — de la maison L. W. Collmann ; la grande armoire en citronnier de la maison Wright et Mansfield, avec ses sculptures en bois doré, et qui est un échantillon réussi du style anglais du XVIIIme siècle ; et cette *Circular extending dining table* que tous les visiteurs regardent curieusement, et qui est vraiment une bien ingénieuse idée simplement rendue et exécutée.

En dehors des principales œuvres d'ébénisterie que je viens de citer, et qui méritent réellement qu'on les signale, les autres exposants anglais nous montrent des ameublements de chambres à coucher, des cabinets, faits avec le sentiment du confortable, mais où l'art est absent volontairement, c'est bien évident. C'est ici le lieu, il me semble, de constater ces deux grandes tendances de l'ébénisterie anglaise ; l'une mettant tout le luxe dans un choix particulier de la matière employée, dans une exécution remarquable, et dans le *confort* que nos voisins savent si bien lui donner et dans lequel ils sont maîtres ; l'autre tendance, toute d'influence française, et de rivalité nouvelle, ou à peu près, où la recherche artistique est la grande préoccupation. Cette dernière voie, à peine ouverte lors de l'exposition de 1851, est aujourd'hui large et parcourue avec une ardeur dont nous devons tenir un grand compte. Il est certain que les ébénistes anglais suivent de près les ébénistes français ; qu'ils étudient avec soin, qu'ils trouvent quelquefois le caractère, comme le prouve le buffet de la maison Holland et fils, et que leur exécution matérielle est presque partout irréprochable. Que leur manque-t-il donc ? Le sentiment naturel de l'art, — et des artistes dans la véritable acception du mot.—C'est pourquoi ils nous empruntent les nôtres, demandant ainsi à la France le moyen de la combattre dans le champ pacifique de l'industrie ; c'est aussi pourquoi, paraissant aujourd'hui tourner tous leurs efforts vers l'étude de l'art grec et celle de la Renaissance, ils n'en saisissent ni le caractère ni la beauté. Ils transcrivent bien, — nous en avons eu la preuve — quoique bien souvent, comme dans quelques-uns de leurs essais de néo-grec, ils soient tombés dans une exagération de mauvais goût qu'on ne saurait trop regretter.

En quittant la section anglaise, on traverse les républiques de l'Amérique centrale et méridionale, le Brésil, et on arrive aux États-Unis d'Amérique, qui ne nous présentent, dans la classe 14, que des chaises berceuses, des fauteuils et un billard qu'il est bien difficile de faire entrer dans notre cadre. Le Maroc, la régence de Tunis, l'Égypte et la Turquie ont envoyé un mobilier rudimentaire se composant de coffres, tabourets, tables en bois peint et doré, escabeaux, étagères, où l'on reconnaît cette ornementation mauresque que l'Alhambra de Grenade nous montre si originale et si riche. La Chine est représentée par un exposant chinois et trois français. On connaît ses meubles en bois de fer d'une construction grêle et cependant solide, ses laques et ses porcelaines. Nous ne faisons que citer les nations dont les envois, en ce qui concerne l'ameublement, n'ont qu'une importance restreinte. La partie artistique des objets meublants exposés par les nations orientales mérite cependant une étude toute particulière, très-intéressante, mais qui rentre plutôt dans la décoration proprement dite que dans la classe 14, meubles de luxe.

Nous atteignons l'Italie — la nouvelle Italie — dont l'exposition est une des plus considérables à différents points de vue, notamment sous celui du mobilier. Avec l'Angleterre, c'est elle qui, chez les étrangers, a le plus d'exposants de la classe 14. Aussi doit-elle nous arrêter quelques instants.

Je ne veux pas faire ici de comparaison entre l'Italie de la Renaissance et l'Italie de 1867 ; ce n'est ni le lieu ni l'heure, et si j'en avais la pensée, je dirais tout de suite que ce pays aurait dû envoyer à l'Exposition universelle les pinceaux de Titien et de Raphaël et le ciseau de Michel-Ange. Mais ce n'est pas là le but que je poursuis ; je tiens à constater que l'Italie, depuis l'exposition de Londres en 1851, commence à se relever d'un long assoupissement. Dans le domaine de l'art pur, l'architecture est dans une bonne direction ; la statuaire est devenue l'art prospère chez les Italiens ; la peinture est, sinon éteinte, au moins endormie. Je ne veux pas chercher les causes des défaillances du peuple italien, mais je suis convaincu qu'il faut placer parmi elles la fausse direction quo fait naître chez lui le mauvais goût des touristes en général, qui vont se réchauffer au soleil du midi, et le mercantilisme qui en est la conséquence.

Quant à ses arts industriels, l'Italie nous les montre dans des conditions semblables à ses beaux-arts, et cependant on ne peut nier les efforts qu'elle fait pour produire. Ainsi les ameublements seuls occupent une grande partie de l'espace qui lui a été réservé, et au milieu de la grande quantité d'objets exposés, il faut reconnaître certaines qualités qui auront, nous n'en doutons pas, une influence réelle sur ses arts industriels. Les meubles proprement dits, avec leurs incrustations d'ivoire et de bois teint, avec leurs fines sculptures et leurs mosaïques, forment la plus remarquable partie des objets que l'Italie expose dans le mobilier. Dans tous on remarque une exécution habile et hardie, une patience excessive qui rappelle le quatorzième siècle ; mais où sont les grandes traditions du quinzième et du seizième siècle ? Quand on possède des artistes travaillant le bois comme on le voit dans l'exposition italienne, il semble qu'il soit facile de revenir aux grands et beaux modèles qui demandent moins d'habileté, plus de pureté de style et plus de simplicité. On dirait que les ornemanistes de Turin, de Florence et de Rome veulent défrayer les touristes — la pire espèce d'amateurs — de cadres et d'ornements sculptés. Quelle profusion de sculptures en bois et quels tours de force les Italiens nous montrent, depuis les cadres de grande dimension jusqu'aux noyaux de cerises et de pêches ciselés, qu'on examine avec une loupe ?... Cependant je dois dire que quelques œuvres rappellent les grands modèles de la vieille Italie ; elles sont comme un écho lointain et toujours persistant des traditions de l'antiquité et surtout de la Renaissance. Ainsi examinez le cadre d'horloge exposé par les frères Levera, de Turin ; la reproduction en ivoire de la fontaine Jaïa, et les médaillons en bois sculpté, style renaissance, de Pierre Giusti, professeur à l'académie des beaux-arts de Sienne, et vous reconnaîtrez ce sentiment artistique, inné dans la nation italienne. Mais, à mon sens, le plus beau morceau de sculpture est un coffret d'ivoire qui a pour auteur ce même Pierre Giusti, dont je viens de citer le nom. Une pancarte explique que ce coffret, commandé par le comte de Gori Pannilini, sénateur du royaume d'Italie, est destiné à contenir des autographes précieux. L'artiste a voulu les renfermer dans un monument digne d'eux, et il a conçu une œuvre simple, d'un grand style, ornée de petites statuettes symbolisant les sciences et les arts, exécutées avec une habileté remarquables et un goût délicat et fin.

Mais il me faut quitter tous ces intéressants envois de bois, d'ivoire ou d'ébène, et m'occuper des grands meubles. Pour ceux-ci, au milieu de leur grand nombre, j'avoue qu'il est assez difficile d'en trouver beaucoup à signaler, et pourtant je reconnais tous les efforts sérieux faits par les ébénistes italiens pour représenter dignement leur belle patrie au grand concours que la France offre aux nations des deux mondes.—Ils nous prouvent surtout leur habileté à travailler le bois, à faire des mosaïques en pierres dures et des incrustations d'ivoire : c'est par ce côté que l'exposition italienne est véritablement remarquable ; mais le

style ample, noble et caractérisé que leurs ancêtres du quinzième et du seizième siècle déployaient d'une façon si magistrale, les artistes italiens de notre époque ne l'ont pas encore retrouvé. Je sais bien qu'on peut m'objecter, surtout ceux qui ont vécu en Italie, que la noblesse de la race est partout dans la grande famille italienne, et que le sentiment qu'elle possède de la vraie beauté doit lui fournir son principe de renaissance. Je suis loin de l'oublier, et je voudrais, au contraire, en signalant quelques œuvres hors ligne, constater le libre essor de l'esprit ingénieux et de ce goût pur, qui sont répandus dans toutes les classes de la nouvelle société italienne.

L'examen consciencieux fait dans cette riche section de l'exposition de l'Italie, ne peut donner lieu qu'à citer des travaux estimables. Ainsi se distingue le cabinet renaissance d'André Picchi, de Florence, avec ses incrustations de pierres dures, et son intérieur ressemblant à une petite rotonde, dont la coupole est soutenue par des colonnettes de marbre de Toscane, et où brille l'habileté de l'artiste mosaïste. Presque en face de ce meuble, se trouvent deux autres cabinets d'ébène et de poirier noirci incrustés d'ivoire gravé, d'un travail énorme ; œuvres de patience, où l'abondance exagérée de la décoration détruit la composition architecturale et empêche de saisir son ensemble. J'en dirai autant de ces bibliothèques et de ces cabinets qui sont dans la salle spécialement réservée au mobilier italien.

Les meubles sculptés manquent aussi de simplicité dans leur composition comme dans leur décoration. Le grand buffet exposé par MM. Levera frères, de Turin, ne fait pas exception. C'est pourtant un meuble bien exécuté, mais d'un effet lourd, augmenté encore par un couronnement portant un cadran d'horloge. Ces mêmes exposants ont envoyé des consoles, des chaises et un piano de grande dimension, couvert du haut en bas de demi-reliefs délicatement sculptés. Deux statues de jeunes filles portent le clavier ; des Chimères et des Amours soutiennent le corps du meuble. Tout cela est très-bien exécuté, sans doute, et cependant ce piano ne satisfait ni les yeux ni l'esprit ; il est trop surchargé d'ornements : pas une surface nue pour reposer la vue, et puis, cette décoration néo-renaissance, excessive partout, convient-elle à un piano ?...

J'aime mieux le grand dressoir de Ferri et Bartolozzi, de Sienne. Il est, en effet, plus large de composition, et son ornementation est traitée d'une manière plus ample et plus riche. Le reproche qu'on en peut faire, c'est l'exagération du relief dans certaines parties sculptées — par exemple dans les panneaux d'en bas — et une trop grande quantité d'ornements. Ce reproche, on peut, au reste, l'adresser à tous les meubles italiens : on cherche longtemps, sous l'accumulation des détails, les arrangements des lignes qui constituent la forme du meuble qu'on examine, et l'œil aussi bien que la pensée sont fatigués de tant de sculptures et d'incrustations. J'en dirai tout autant du meuble monumental, magnifique et prétentieux, qu'exposent Antoni et Brambilla, de Milan ; des envois d'Oliverio, aussi de Milan ; de Barbetti et fils, de Florence ; de Cena, de Turin ; de Mingozzi, de Faenza, et de plusieurs autres exposants du mobilier italien.

Ce que l'Italie expose de plus attrayant pour les visiteurs, ce sont ses mosaïques et ses marqueteries de toutes sortes de matières. Les tables, guéridons, petits meubles de formes et d'usages divers, très-nombreux, — trop nombreux, dirai-je, — nous montrent des œuvres de patience admirables et d'arrangement ingénieux, quelquefois extravagant cependant, mais qui placent les Italiens au premier rang pour ce genre de décoration. Mais là encore, où ils sont passés maîtres, les Italiens oublient trop, il me semble, la simplicité de la composition, aussi bien que la simplicité de l'effet. La difficulté vaincue ne donne pas une valeur artistique à tous ces meubles couverts de mosaïques ; mais, en revanche,

elle augmente leur valeur pécuniaire. Est-ce bien là le but qu'il faut chercher à atteindre ?

De l'Italie, nous passons à la Russie, deux extrêmes sous beaucoup de points de vue. Je ne m'y arrêterais pas, si je n'étais attiré par cette grande et belle mosaïque, exposée par l'établissement impérial de mosaïques à Saint-Pétersbourg, — dont je ne peux pas parler maintenant, — et surtout par les meubles d'installation de la section russe, armoires, vitrines, étagères et tables. Ce qui me représente le mieux le mobilier courant de la Russie, c'est évidemment cet ameublement original et sans prétention, fait en sapin largement découpé, dont les lignes un peu étranges pour nous ont un caractère tout particulier. Il faut féliciter MM. Briggen, de Saint-Pétersbourg, pour la construction et la composition de ce mobilier, qui est catalogué comme *meubles exposés*. Quant aux meubles de M. Petit, de Saint-Pétersbourg, ils sont tellement français, — comme son nom, — qu'ils font disparate au milieu de l'installation russe.

La Norwége, la Suède et le Danemark ont envoyé à l'Exposition des meubles de luxe, dont un certain nombre sont en vannerie. Beaucoup d'adresse y est développée, mais aucune originalité ne se fait jour. Dans les autres meubles, je cherche un caractère quelconque, et je n'en vois pas. Les arts industriels des États scandinaves ne me paraissent pas répondre au goût du luxe et aux dispositions élégantes de leur aristocratie et de leurs classes aisées. Ils tournent les yeux vers notre pays et lui demandent les enseignements qui forment aux conceptions artistiques. L'Italie, Dusseldorf, Munich attirent et retiennent aussi les artistes de ces pays septentrionaux, mais les influences que leurs arts industriels peuvent ressentir du contact de centres artistiques n'ont encore rien produit de sérieusement établi.

Cependant le Danemark, patrie de Thorwaldsen, semble vouloir secouer les influences étrangères et développer chez lui une originalité de bon aloi. Le gouvernement, m'a-t-on assuré, fait de louables efforts pour favoriser l'essor des arts industriels; il a fondé des écoles, ouvert des musées publics et des bibliothèques; l'aristocratie éclairée et patriotique du pays l'a suivi dans cette voie de progrès, et, par ses encouragements, contribue à donner au Danemark un élan marqué aux arts et aux industries artistiques. J'ai la preuve de ce mouvement, plus particulier à la nature danoise qu'à la Suède et à la Norwége, — dans quelques meubles envoyés de Copenhague à l'Exposition. Ainsi je signalerai, comme essais tentés dans un sens tout national, les meubles dessinés par M. Heinz Hansen, dans le style de Chrétien IV. Je n'ai pas à faire une comparaison inutile entre ce style et ceux que nous ou nos voisins nous avons adoptés; elle ne serait certes pas à l'avantage du Danemark; mais ce que j'aime à constater, c'est cette indépendance qui se manifeste dans les industries artistiques de cette intéressante nation, et l'originalité qui doit en être la suite. Que le succès couronne donc les efforts de M. Heinz Hansen, l'auteur des vitrines et de la décoration de l'exposition danoise.

Je n'ai rien à dire de la Grèce, ni du Portugal, ni même de l'Espagne. L'Espagne! où est-elle cette grande Espagne? Que dire de son exposition de meubles de luxe? Inhabileté de main, esprit dépourvu d'invention et d'originalité; elle nous montre des œuvres banales ou des pastiches imparfaits et dégénérés d'un passé grandiose. Que ne prend-elle pour base ce passé, et que ne fait-elle appel à la vieille Espagne pour donner une industrie à la nouvelle? Nous voudrions voir ce riche pays délivré de ce roulis politique qui le ballotte depuis près de

deux siècles, s'organiser fortement et retrouver les beautés de l'antiquité qu'il a aimées comme colonie grecque et romaine pendant mille ans, et comme conquête des Arabes, pendant huit cents ans. Ne sont-ce pas là des germes qui ne demandent qu'à être fécondés, et les civilisations grecque, romaine, arabe et nationale n'ont-elles pas déjà fait à l'Espagne une grande réputation dans le monde?... Qu'elle s'en souvienne donc, puisque rien ne lui manque de ce qui fait les natures artistes, ni le soleil, ni les beautés de la nature, ni celle de la race, ni le doux climat, ni les souvenirs, ni surtout l'enthousiasme passionné pour ce qui est noble et beau.

La classification par nation nous amène aux États allemands, et c'est la Suisse qui se présente à nous a première parmi eux, en suivant la galerie du mobilier. L'exposition de la Suisse marque un grand progrès sur celle de 1851 ; l'étude des arts et de leurs applications à l'industrie en est la preuve. Depuis quelque dix années, nous assistons à une sorte de renaissance industrielle; jusqu'alors la Suisse s'était distinguée par son habile fabrication, principalement celle des broderies, par ses rapports d'affaires étendus en tous pays; elle ne joignait pas à sa grande industrie ce charme, ce goût, cette recherche du beau qui donnent le véritable succès. Mais aujourd'hui, un grand pas est fait. La Suisse a conquis en partie ce qui lui manque; elle est entrée dans le domaine des études artistiques en vue d'une industrie prospère; il lui faut maintenant des institutions bien à elle qui l'empêchent d'être tributaire de la France ou de l'Allemagne, et lui forment une population d'ouvriers artistes, et de plus des sculpteurs et des peintres qui dirigeront l'art industriel dans des voies nouvelles.

Au point de vue qui nous occupe, il ne faut pas nier que de grands progrès aient été faits. On peut voir des échantillons, rares malheureusement, d'une orfévrerie et d'une émaillerie très-habiles et pleines de goût; des broderies et des tissus brochés qui rivalisent avec nos meilleurs produits en ce genre. Mais ce qui attire l'attention des visiteurs du mobilier, c'est le travail du bois, depuis les parquets jusqu'aux sculptures et aux meubles de la maison Wirth frères, de Brientz.

Je n'ai pas à parler ici de la parqueterie suisse; tout ce que je puis dire, c'est que les parquets échantillonnés, exposés dans la galerie du mobilier, sont remarquables par leurs combinaisons et la manière intelligente dont les nuances des bois sont assorties.

Quant aux meubles proprement dits, nous les trouvons représentés presque uniquement par la maison Wirth, de Brientz, la plus importante par sa production de toutes celles qui, en Suisse, font ces petits ouvrages en bois si répandus partout aujourd'hui. Cette industrie, commencée si modestement et si naïvement par le pâtre Hukkler, de Brientz, a trouvé dans un succès énorme les moyens de grandir et de se répandre dans toute la Suisse. Elle se perfectionna entre les mains de Steehly et de Fischer, et, aujourd'hui, la maison Wirth frères lui donne un essor considérable en la lançant dans la fabrication des grands meubles. On connaît les magasins que cette maison a ouverts depuis longtemps au boulevard des Italiens. La foule s'y presse et regarde curieusement ces petits ouvrages de toutes sortes, coffrets, jardinières, encriers, boîtes, cartouches, cadres, groupes d'animaux, etc., etc., taillés dans des bois différents, sapin, poirier, noyer, érable, travaillés avec une habileté extrême. Ce qui fait le charme de ces productions, c'est le sentiment naïvement exprimé de la nature, quelle que soit la composition adoptée par l'artiste; elles n'ont véritablement de mérite que par une certaine simplicité d'arrangement, unie à une exécution habile, sans recherche ni prétention. La maison Wirth est évidemment la maîtresse en ce

genre d'objets; elle se distingue par un goût fin et délicat qu'on trouve dans ses plus petites productions. Je le trouve aussi dans les grands meubles qu'elle expose, buffet, cabinets, piano. Le buffet ne présente pas une composition bien complète en tant que buffet, les étagères manquent, et cette espèce de retable qui tient leur place n'est qu'un prétexte à ornementation. Cette critique faite, je ne puis que louer des arrangements gracieux dans le genre néo-renaissance, et une grande souplesse d'exécution. Les cabinets, de petites dimensions, meubles de salon plutôt que cabinets, ont un style renaissance plus net et plus franc; ils sont en poirier noirci et leur ornementation est simplement composée.

Nous n'avons qu'à féliciter cette maison importante de persister dans la voie dans laquelle elle s'est engagée depuis quelques années; l'industrie artistique dont elle est, en Suisse, le représentant le plus remarqué, ne peut que gagner au contact journalier du goût parisien; nous lui demandons seulement de résister au joug de la mode, qui lui ferait perdre son originalité native et ne tarderait pas à lui ôter de sa réputation.

L'Autriche, la Bavière, le Wurtemberg, le grand-duché de Bade et celui de Hesse ont envoyé quelques meubles de luxe à l'Exposition universelle; je n'ai rien distingué parmi ces envois qui mérite une mention sérieuse. Parmi ces « meubles de luxe », je vois beaucoup de coffres-forts, de meubles en fer, qui, au point de vue du goût, me paraissent être dans une voie fausse. Quant aux autres ameublements, j'en dirai tout autant; on regrette que du bois travaillé, sculpté, assemblé, poli et verni avec tant de peine et tant de soin, n'ait pas eu pour modèle un dessin d'artiste, architecte ou sculpteur; ces meubles lourds que nous montre l'Autriche, par exemple, prouvent une invention maladive aussi bien que l'absence d'un principe et de règles fixes. Et ce qui est curieux à constater, c'est que la petite industrie viennoise est là tout à côté, pleine d'élégance, sans grand style, mais remplie de coquetterie prétentieuse et d'à-propos, qui lui fait un succès véritable. La Bavière n'a presque rien envoyé en fait de meubles; on pourrait presque dire qu'elle est absente, et pourtant, quoiqu'on me dise que la Bavière est à Munich, et que Munich ne peut pas se transporter à Paris, il me semble que cette abstention est regrettable. Ce ne sont pas les artistes qui manquent à la Bavière; les centres artistiques ne lui font pas défaut non plus, Munich et Nuremberg sont là, et l'annexe des beaux-arts de la Bavière, qui contient des œuvres si remarquables à tous égards, nous faisait espérer des ouvrages d'art appliqué plus nombreux et plus satisfaisants.

La Prusse et la Saxe sont heureusement représentées dans la classe 14, et dans les meubles encore trop peu nombreux qu'elles exposent, je retrouve le goût allemand avec des tendances quasi françaises très-caractérisées par l'étude de la Renaissance italienne et française. Mais dans les meubles de O. B. Friedrich, de Dresde, aussi bien que dans ceux de J. A. Fürpe, de la même ville, et de Hauswalt et Pohlenz, de Breslau, le charme du style des quinzième et seizième siècles s'est quelque peu germanisé. Malgré cela, j'aime le caractère sérieux qui plane sur ces productions d'art appliqué à l'industrie des meubles, caractère qui n'admettra jamais, j'en suis certain, tout ce qui tendrait à rabaisser l'art et la mission de l'artiste. J'ai le même éloge et la même critique à faire aux meubles exposés par la société berlinoise « la Renaissance », dirigée par les frères Louis et Siegfried Lövinson. Mais pourquoi laisser de côté le style gothique — gothique allemand — si national de l'autre côté du Rhin? A l'exception de ce bureau-bibliothèque, très-réussi, dont l'heureux acheteur est, m'a-t-on dit, M. Mallet, banquier à Paris, je n'ai pas remarqué de meubles de ce style. Au reste, le

gothique paraît être disgracié aussi bien en Allemagne qu'en France. C'est un élément de succès en moins pour les ébénistes; peut-être en a-t-on trop abusé à une certaine époque, et puis la mode!..

Je termine l'étude du mobilier des pays étrangers par celui de la Belgique, n'ayant rien à signaler dans le mobilier exposé par la Hollande. La Belgique, placée à notre porte, n'a pas pu, comme l'a dit un savant critique, résister à la tentation de regarder par la fenêtre comment nous nous y prenions pour régenter le monde. Aussi, sans prétendre absolument que la Belgique nous copie, nous pouvons bien dire qu'elle suit la route que nous avons tracée. Ses écoles de peinture et de sculpture, aujourd'hui remarquables, tendent à se confondre avec celles de la France; comme les frontières qui séparent les deux pays, les différences de l'art français et de l'art belge sont peu apparentes. Il n'en est pas de même des industries artistiques; elles ont pris une autre voie, et paraissent se produire uniquement dans la direction du bon marché. Je ne m'y oppose pas; mais pourquoi, sous la pression de cette tendance tyrannique, abdiquer une puissance artistique véritable? Cependant qui ne sait combien de belles productions industrielles sont nées dans les Pays-Bas, aux différentes époques de leur art, et pourquoi la Belgique ne veut-elle pas s'en souvenir? Je sais bien qu'elle peut citer entre autres le sculpteur Geefs; mais c'est un artiste dans toute l'acception du mot... J'aime mieux penser que nous devons nous attendre à voir développer à nouveau son ancienne prospérité dans les arts industriels, car il est impossible qu'enveloppée, pour ainsi dire, des merveilleuses productions de ses artistes, elle ne s'impose pas la tâche — facile pour elle — d'exécuter des œuvres où une industrie parfaite s'alliera avec le sentiment artistique. C'est parce que la Belgique ne dirige pas ses visées de ce côté-là, qu'elle nous montre des meubles si peu originaux. Examinez les envois de la maison Snyers-Rang, de Bruxelles. Voilà un meuble en bois d'ébène; c'est un buffet, c'est aussi une bibliothèque, c'est enfin une armoire à fusils. Je n'en donne pas les dimensions : pour contenir tant de choses, il les faut considérables. Le style cherché pour ce meuble est le néo-grec : mais où est la simplicité des lignes, si chère aux contemporains de Phidias, et cette délicatesse d'ornementation qu'ils affectionnaient autant? Et ces chapiteaux hors d'échelle, qu'en diraient-ils? Non, il y a là de la prétention inutile et, par suite, aucune originalité. Mes critiques seront moins vives pour la bibliothèque en ébène qui est à côté du buffet-bibliothèque-armoire à fusils. Le style Louis XVI s'y rencontre mieux étudié, sans doute, mais pas dans ce qu'il a de caractéristique. Le buffet-étagère pour salle à manger est encore ce qu'il y a de mieux réussi; la composition en est suffisamment simple; mais elle tombe dans une vulgarité qui dénote une grande pauvreté d'invention. Somme toute, les meubles de la maison Snyers-Rang, qui occupe, je crois, le premier rang en Belgique, se rapprochent trop des productions de certains ébénistes français, chez lesquels nous aurons à faire les mêmes critiques.

Il faut encore, dans le mobilier belge, signaler le buffet en chêne clair de Snutsel, de Bruxelles. Je reprocherai à cette œuvre une composition laborieuse, une décoration sculptée habilement faite, sans doute, mais trop répandue et manquant de simplicité.

Je terminerai ce que j'ai à dire sur le mobilier de la Belgique, en examinant l'œuvre de M. Rampelberg, de Malines. C'est une cheminée en chêne sculpté avec trumeaux, cadre de glace et garniture complète de ladite cheminée, aussi en chêne sculpté; le tout en style Louis XIV. Cette idée est pour le moins singulière, mais est-elle bien logique? Qu'en pense l'auteur? Il y a pourtant dans

cette œuvre un certain mérite d'arrangement, et un travail décoratif bien exécuté. Il eût été à désirer que l'envoi de M. Rampelberg fût placé en avant, le long de la galerie principale du mobilier; là où il est placé, — dans les derrières de l'exposition belge, — il est peu vu et mérite de l'être tout autant que les autres meubles de la Belgique.

Après la Belgique, la Hollande et l'Algérie, qui se présentent avant la France, n'ont, dans l'ameublement de luxe, rien dont je doive parler. Les envois des nations exposantes de la classe 14 nous sont donc passés sous les yeux. De cette étude rapide, mais consciencieuse, il ressort pour nous que les Anglais et les Italiens sont les seuls qui nous montrent une certaine originalité, et qui pourront, si nous n'y prenons garde, engager une lutte sérieuse avec notre industrie artistique du mobilier. Les autres nations sont plus ou moins attachées à nos pas, et il serait désolant de penser que ce succès nous fasse illusion au point d'engourdir et de paralyser notre ardeur : ce serait le succès le plus traître, et nous serions bien maladroits si nous nous laissions aller à une suffisance aveugle et pleine de dangers.

Faisons donc sincèrement l'examen des productions que notre pays expose dans la classe 14, en lui donnant tout le développement que nous permet le cadre des *Études sur l'Exposition*.

Léon Chateau.

(*La continuation du* MOBILIER *paraîtra dans un prochain fascicule.*)

SELLERIE

Par M. E. DE FORGET.

I

Nous ne croyons pas indispensable de résumer en cette matière, comme en d'autres élucidées en ces *Études*, les principes de fabrication ou exploitation de cette industrie, pas plus que de décrire succinctement ses applications graduelles antérieures à l'époque actuelle.

Nous rappellerons seulement cette affirmation de l'émir Abd-el-Kader, que Dieu a créé les premiers chevaux dans le pays des Arabes compris entre la Méditerranée, la mer d'Aden, la mer Persique, la mer Rouge et l'Euphrate. C'est pourquoi ces animaux s'appellent *Irab*, — pur-sang. Ils étaient alors sauvages et inabordables; tous ils fuyaient l'homme. Mais Ismaël, fils d'Abraham (Brahim), fut le premier qui, environ deux mille ans après Adam, eut le courage de les monter et le talent de les dompter, d'où est venue naturellement la sellerie orientale, précédant bien la nôtre. Très-sommaire à ses débuts, elle a dû se modifier avec le temps et une civilisation relative, et rester ensuite telle qu'elle nous apparaît encore, les recherches minutieuses d'Horace Vernet sur le costume ayant permis de constater l'immobilité persistante, depuis un long temps, des usages et des habitudes du peuple arabe.

Si nous scrutons d'autre part nos souvenirs classiques, en la Retraite des Dix-mille, nous trouvons l'équipement du cavalier grec transmis sans doute au monde romain : une peau de bête fauve assujettie par une sangle plate de cuir, un mors d'une seule pièce, plus dur peut-être que le mors arabe; le cavalier s'aidant de l'appui de sa lance pour monter à cheval, les étriers n'apparaissant qu'à l'époque de Constantin. En la salle des beaux-arts, section française, il y a une statuette en bronze représentant un cavalier gaulois ainsi équipé.

Nous voilà sur le chemin des ancêtres! Descendons vers le moyen âge; rappelons-nous les chevaux bardés de fer du musée d'artillerie, et, aux derniers siècles, reportons nos souvenirs aux tableaux des grandes écoles d'alors. En nombre de portraits équestres et de scènes de batailles, nous suivrons facilement les équipements usités : mors à longues branches, selles massives à bords enroulés ou relevés, avec poitrail, croupière, courroies de charges. Il y a aussi les descriptions exactes consignées en les écrits des hommes spéciaux, depuis le sire de Pluvinel, professeur d'équitation du roi Louis XIII, jusqu'au duc de Newcastle, dont l'œuvre est très-belle, texte et gravures; et chez nous, MM. de la Broûe, de Solleysel et de la Guérinière.

Ces derniers temps nous ont légué la bride française, à branches plus ou moins hardies; la selle française en usage alors dans les manéges militaires, et qui persiste en nos manéges civils; la selle à piquer, en usage aussi à l'école de Saint-Cyr, avec la mode surannée des piliers et des sauteurs.

Tout ceci était bien français, bien consacré par le temps et les habitudes, et a dû cependant céder le pas à l'importation d'outre-Manche.

La sellerie anglaise est venue avec le dix-neuvième siècle et s'est imposée partout.

Avant d'arriver à son exposition, il est bon de s'arrêter devant les docks du campement, sous l'horloge de l'École-Militaire. Il y a là une *figure* de mulet complétement équipé en tenue de campagne, qu'il faut étudier en le bât qu'il porte, tout chargé de cantines et d'ustensiles divers. Le bât, dérivé de la simple bâtine, employée en les menus travaux agricoles, se compose d'un arçon ou *selle*, et d'un panneau ou *forme;* cette selle terminée en avant et en arrière par deux *courbes*, planchettes de forme ovales; ces courbes en saillie sur la selle, recevant, à leur partie supérieure, deux forts crochets destinés à fixer les parties accessoires du bât, et sur leurs bords, des boucles pour les courroies de charge; enfin, large sangle sous-ventrière, poitrail et croupière. Là nous apparaît la base de toute la sellerie, et, une fois cette base reconnue, nous suivrons facilement les modifications introduites en la fabrication de la selle anglaise.

C'est une légère charpente de bois composée aussi des arçons ou arcades correspondant, quand la selle est placée, l'une au garrot, l'autre aux reins; les deux arçons réunis et assujettis par quatre planchettes ou *barres*. Cette charpente se consolide par des ferrures couvertes d'abord de sangle de toile encollée; ensuite, on revêt le tout extérieurement de pièces de cuir, et on fixe en dessous des coussins ou panneaux; deux sangles, enfin, en tissus de laine ou coton, trois contre-sanglons; pas de poitrail ni de croupière.

L'exposition de la sellerie anglaise est splendide. Tout homme de cheval s'arrête devant ces vitrines brillantes offrant aux regards les meilleurs modèles de notre temps; selles à siége un peu allongé, légères et solides à la fois, cuirs souples et résistants supportant les températures extrêmes avec peu d'entretien. Les genouillères sont dirigées obliquement, afin de laisser aux mouvements du cavalier plus de latitude et de facilités. Quelquefois, elles sont très-fortes, piquées très-serré, et terminées en ligne aiguë (système Somersett), que nous ne recommandons pas. Il y a aussi l'autre extrême, une selle sans genouillère (*hunting saddle*), que nous n'approuvons pas.

Il y a encore une belle collection de selles de dames où nous remarquons çà et là quelque variante : à celle-ci on a diminué sa première corne, ce qui peut se comprendre; mais à celle-là on tente de la supprimer, ce que nous n'admettons pas. Il y en a une sans arçons : la notice ne dit pas si elle est destinée à miss Menken, ce qui serait sa seule raison d'être.

En l'exposition de la sellerie française, nous constatons avec plaisir les mêmes qualités de fabrication, la netteté des arçons, l'apprêt des peaux, le fini des piqûres notamment.

Nous aimons à croire que la vue de ces modèles exacts et bien suivis en leur coupe et leur agencement profitera à nombre de fabricants, et fera disparaître, avec le temps, les selles défectueuses dont les ventes publiques, à Paris, et les magasins de sellerie de nos provinces, sont trop garnis, ce qui s'explique d'ailleurs. On monte peu à cheval chez nous, et les connaissances spéciales théoriques n'y sont guère répandues par conséquent.

Anomalie singulière! et c'est en cette même section française que nous allons étudier un système de sellerie véritablement nouveau, marquant un progrès, et vrai spécimen de tendances nouvelles en cette industrie.

Tout le monde sait que les nécessités de l'équipement militaire ont imposé à notre cavalerie l'usage persistant de ces lourds et durs modèles qui, plus ou moins diversifiés en selle de cavalerie dite légère, de ligne ou de réserve, se

ressemblent tous par leur poids, leurs arçons à lame sèche, et leur déplorable aptitude à blesser les chevaux.

Le capitaine L. Cogent, fondateur à l'école de Saumur des ateliers d'arçonnerie, directeur à Paris des magasins de harnachement, 211, rue Lafayette, a exposé le modèle de selle ci-joint : 2 dessins, nos 1 et 2 (l'arçon est réduit en sa longueur à 36 centimètres). Le devant, l'arrière et les côtés inférieurs sont débordés par des lames en paille fortement comprimée, recouvertes en feutre, qui

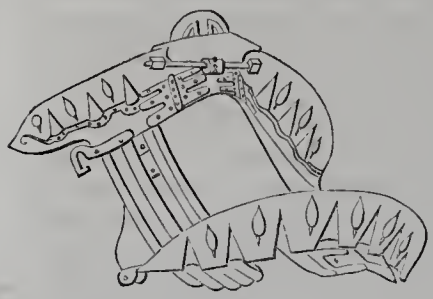


Fig. 1.

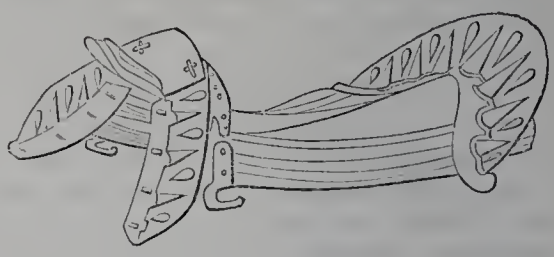


Fig. 2.

obéissent aux nécessités de la conformation et n'offrent aucun danger pour les épaules, les lombes et les fausses côtes. Dans ces conditions, la longueur des lames cesse d'être dangereuse, et leur souplesse graduée permet l'application longitudinale à toutes les conformations de chevaux. Restait à approprier l'arcade antérieure dans le sens latéral, car c'est là que se produisent généralement les blessures. Ce résultat a été obtenu en *articulant* l'arcade par le simple jeu d'une vis à pas divergent qui ouvre et ferme la selle à tous les degrés. Une fois la selle ajustée, l'accès de cet appareil reste fermé au cavalier, la couverte n'est plus nécessaire comme adoucissement permanent de contact. L'air circule partout, et la charge se place et s'enlève toute paquetée en une minute.

Ajoutons l'allégement du poids, 15 livres de moins que l'ancien modèle; la solidité éprouvée et la réduction déclarée du prix....., et on comprendra facilement que, mis à l'épreuve au camp de Châlons sous les auspices d'une étiquette anglaise, le système ait réuni d'honorables suffrages.

Très-remarquée et très-étudiée à l'Exposition, en sa vitrine découverte, par les hommes spéciaux, la selle *articulée* du capitaine Cogent fera peut-être son our d'Europe, où elle sera éprouvée, approuvée et employée de suite....., d'où elle nous reviendra après un certain temps, et alors on se décidera sans doute à l'adopter.

C'est ainsi que ça se passe en notre pays!

E. de Forget.

LES TULLES ET LES DENTELLES

A L'EXPOSITION DE PARIS DE 1867

PAR M. S. F. THOMAS, INGÉNIEUR MANUFACTURIER.

II

TULLES FANTAISIE. — Cette industrie n'a pas fait depuis 1862 des progrès aussi rapides que de 1855 à 1862. A quoi faut-il attribuer ce temps d'arrêt? Est-ce à la mode qui a délaissé ces imitations de blondes et de Valenciennes? Cela devrait, au contraire, faire naître des créations nouvelles pour changer le cours de la mode. Ou est-ce parce que le métier à tulle a dit son dernier mot? Nous ne le pensons pas, car il suffit d'une mode nouvelle comme celle récente encore de la dentelle dite de *Cluny* pour donner naissance à une foule d'imitations. Il ne faut chercher la cause de cet abandon de la mode que dans la forme actuelle des chapeaux et l'engouement pour la passementerie.

Ce sont toujours les mêmes centres manufacturiers qui produisent les tulles fantaisie; c'est-à-dire Saint-Pierre-lez-Calais pour la France, et Nottingham pour l'Angleterre. Nous constatons à chaque exposition ces faits en apparence insignifiants, parce que cette industrie, depuis son importation sur le continent, a été déplacée plusieurs fois.

Il n'y a donc en fait de tulles fantaisie nouveauté que l'imitation du *cluny*. MM. Cliff frères et fils, de Saint-Quentin, en ont exposé de fort beaux échantillons.

MM. L'Heureux frères, de Saint-Pierre-lez-Calais, ont perfectionné l'imitation de *cluny*, dont ils ont exposé de fort beaux types. Nous remarquons aussi dans leur vitrine une belle imitation de *Valenciennes*, dont le picot du bord est formé avec les fils du corps de la dentelle. Jusqu'ici, MM. Dunnicliff et Bagley, de Nottingham, avaient seuls obtenu ce résultat. Déjà, en 1862, nous avons signalé un progrès dans le mat de leurs articles Leavers, et nous constatons avec plaisir leurs nouveaux progrès.

James Hartshorne, de Nottingham, a également produit de fort belles imitations de *cluny*.

Cet article est produit sur le métier *Leaver*, sur lequel on fait des fantaisies de toutes espèces au moyen d'un nombre plus ou moins considérable de barres de guides [1].

M. Brunot, de Saint-Pierre-lez-Calais, a exposé une jupe en soie de couleurs diverses. Cet article, qui est aussi obtenu sur le métier Leaver, est un genre de blonde appelé *spanish*; tout est fait au métier, jusqu'au fil de broderie; la diffi-

1. Voir plus haut, page, 254, fig. 4.

culté est de faire une grande largeur, attendu qu'il faut employer une barre de guide pour chaque fil de chaîne et pour les fils de broderie, et il y a plusieurs fils de broderie, ainsi qu'on le voit par les bouts coupés aux ciseaux. Certains objets exigent jusqu'à 600 barres de guide. Quoi qu'il en soit, M. Brunot a obtenu un fort beau résultat.

Nous retrouvons avec plaisir une ancienne connaissance, Mme veuve Lefort, de Grand-Couronne. Elle a continué les traditions de l'inventeur du métier Leaver dont elle est le successeur. Elle a exposé un volant, des entre-deux et un fond de taille de soie noire parsemé d'étoiles en or qui ont un grand mérite.

Nous avons remarqué dans la vitrine de Jacoby, de Nottingham, des bandes d'un genre nouveau en tulle fantaisie; c'est une imitation des anciennes dentelles qu'on employait pour ameublements. Le fond est un réseau carré. C'est ce genre de dentelles que les femmes imitent aussi au crochet. Mais, quoique ces diverses fantaisies aient un certain mérite, nous ne les considérons cependant pas comme un progrès sérieux.

En 1862, il avait été constaté que la France avait obtenu la supériorité dans la fabrication des tulles fantaisie sous le rapport du goût et du fini du travail. Les articles similaires anglais étaient alors et sont encore moins chers, il est vrai; mais les imitations françaises sont destinées à une classe de consommateurs qui veut avant tout du goût; la fabrication anglaise, au contraire, est faite pour *le million*, et le seul but auquel tend le fabricant est de produire à bon marché; c'est au point que nous avons vu nous-mêmes à Nottingham, les mêmes dessins reproduits par deux ou trois fabricants avec des matières différentes, afin de se faire concurrence par le prix; celui qui crée le dessin, y emploie les soies de Bengale ou de Chine; l'imitateur, nous dirons même le contrefacteur, car un dessin est une propriété, reproduit le même dessin avec de la bourre de soie et se contente d'un bénéfice insignifiant pour attirer chez lui le client. Nous constatons avec plaisir que ce genre de méfait est presque inconnu à Saint-Pierre-lez-Calais.

Tulles brodés. — Le tulle brodé doit aussi être classé dans la catégorie des tulles fantaisie. Autrefois, l'Angleterre en produisait une grande quantité, principalement en noir, pour imiter la dentelle alors fabriquée à Chantilly; mais depuis l'apparition de la dentelle mécanique, il ne s'en fait que peu. La Belgique seule en a exposé. Ce sont des imitations de l'application de Bruxelles; le fond ou réseau est en tulle fabriqué au métier; le gros fil de broderie est souvent fait au tambour; le mat des fleurs est fait à l'aiguille, ainsi que les jours qui sont à l'intérieur des fleurs et des motifs d'ornement.

Vraies dentelles. — Le Palais du Champ de Mars nous offre des échantillons de toutes les dentelles portées aujourd'hui. Chaque localité a rivalisé de zèle et a tenu à montrer au monde entier son produit. Notre but, en écrivant cette étude, étant de mettre le visiteur, quelque ignorant qu'il soit en matière de dentelle, à même de se rendre compte de la nature de chaque genre de dentelle exposé, nous suivrons dans la description de chacun d'eux le même ordre que nous avons adopté dans l'historique.

Dentelles a l'aiguille. — Les dentelles à l'aiguille sont de plusieurs catégories : d'abord, le *point d'Alençon*, qui, contrairement aux dentelles similaires, est presque exclusivement fait en fil de lin. Il diffère aussi des autres dentelles à l'aiguille sous le rapport de son fil de broderie, qui contient un crin blanc de cheval; ce crin est entouré de fils, de même nature que le fond, et il est naturellement gros et raide, c'est ce qui donne un relief et un soutien à cette dentelle, qui n'existent pas dans les autres dentelles à l'aiguille.

Vient ensuite le *point de Venise* ou *gaze vénitienne*, connu plus communément aujourd'hui sous le nom de *point gaze*. Cette dentelle diffère peu du point d'Alençon; elle est le plus souvent faite en coton; les dessins, le fond et les jours ou armures sont plus légers que l'Alençon.

Enfin la guipure d'art plate et en relief de Mme Gandillot, et le *point laccet* d'Irlande.

Dentelles aux fuseaux. — Il y a une très-grande variété de dentelles aux fuseaux, et, afin d'en rendre l'étude facile aux lecteurs, nous les diviserons en deux catégories : l'une comprendra les dentelles sans fil de broderie, et que nous avons désignées plus haut sous le nom de dentelles *inachevées ;* dans l'autre catégorie seront comprises, au contraire, toutes les dentelles dont les motifs sont contournés d'un fil de broderie.

Les dentelles sans broderie sont de deux genres : celles dont le fond est en point de tulle de forme hexagonale, telles que les dentelles de *Valenciennes*, d'*Arras* et de *Lille*, et celles fond de tulle carré, comme la dentelle de *Malines*. Autrefois toutes ces dentelles étaient en fil de lin, aujourd'hui elles sont en coton blanc.

Le deuxième genre est composé de guipures dont le fond est en armures variées. Les dessins sont entremêlés de point de tulle hexagonal et de fleurs, quelquefois entourées d'un fil de broderie; ce sont les guipures noires du Puy, en soie, et enfin les guipures d'art des Vosges, et les Cluny de Mirecourt, imitations de ces dernières, toutes deux en coton blanc. La différence entre les guipures d'art et son imitation, le *cluny*, ne peut être constatée que par les personnes initiées à la fabrication de la dentelle. En les comparant de près, on voit que les dessins des guipures de madame Gandillot sont combinés de manière à ce que les mêmes fuseaux tissent tous les motifs. Au contraire, les dessins du *cluny* sont faits au hasard et sont souvent confiés au caprice de l'ouvrière qui ajoute et supprime des fuseaux, suivant la nécessité du travail; d'où il résulte que le *cluny* n'a pas la solidité de la *guipure d'art*, attendu que ces fils interrompus et rajoutés à chaque changement de motif sont à peine attachés et font une solution de continuité chaque fois qu'il y a une tension sur la dentelle. Aussi la guipure d'art est-elle de 20 p. 100 plus chère que le *cluny*.

Les dentelles contournées ont des fonds également variés; le réseau des unes, et c'est la majeure partie, est le point de tulle hexagonal; telles sont les dentelles noires et les blondes noires et blanches en soie, de Bayeux.

D'autres dentelles aux fuseaux contournées ont pour fonds des armures très-ouvertes, assez semblables à celles des guipures; ce sont les dentelles de *Honiton* (Angleterre) et la dentelle *duchesse de Gand*, qui a une grande ressemblance avec celle de *Honiton*, mais elle est moins épaisse que cette dernière. Enfin les filets flamands et italiens de madame Gandillot[1].

Tous les fils de broderie sont composés de plusieurs fils de la même nature et de la même grosseur que le corps du tissu.

C'est surtout parmi les dentelles à l'aiguille et aux fuseaux que l'on trouve ces tours de force dont nous parlions plus haut. On y voit des prodiges d'exécution au point de vue de la finesse et de la perfection. Il y a sans doute un grand mérite à diriger l'exécution de ces morceaux de dentelles, qui sont composés de bandes accrochées les unes aux autres; mais il faut aussi admirer le fini du travail, et si l'on considère que c'est le produit des femmes de la campagne, c'est-à-dire de la classe la moins intelligente et la moins instruite, on est émer-

1. Comme nous l'avons dit précédemment, ces dentelles sont les seules qui aient conservé leur nom primitif de *filet*.

veillé, surtout lorsqu'on les voit faire leur travail machinalement et sans s'en rendre compte, comme le perroquet qui parle sans savoir ce qu'il dit.

Deux maisons ont exposé à la fois dans la section française et belge; nous ne connaissons pas leurs motifs, car elles ne peuvent espérer être récompensées deux fois; mais ne nous en plaignons pas, cela nous procure deux fois l'occasion de voir des merveilles. Ces maisons sont : MM. Verdé-Delisle frères et Ce et MM. Normand et Chandon.

En rendant compte de la dernière Exposition de Londres, nous avons fait l'éloge de MM. Verdé-Delisle frères et Ce. Quoique leur maison fût toute récente à cette époque, elle s'était placée de prime abord au premier rang, et elle tient encore la tête cette année. Elle s'est engagée résolûment dans la nouvelle voie, celle de la dentelle ombrée, ou pour mieux dire *camaïeu*, car ce sont des teintes plates d'une même couleur, noire ou blanche. Ce nouveau genre ramènera naturellement la fleur dans le dessin de dentelle. MM. Verdé-Delisle ont soigneusement étudié leurs fleurs; aussi leurs dessins eussent-ils été complets s'ils y avaient mélangé moins d'ornements.

Cette maison a en outre exposé dans la vitrine belge une pointe en dentelle de Malines : ainsi qu'on se le rappelle, le fond de cette dentelle est un réseau carré et les fleurs ne sont pas contournées; il en résulte que l'effet en est maigre, et cet état d'*inachèvement* qui n'est pas aussi visible en dentelles étroites, rend un effet pauvre et maigre, quoique le tissu ait un certain corps.

Avant de quitter cette maison, nous formons un vœu, c'est qu'elle ait ses artistes spéciaux et qu'elle n'achète plus de ces salmis de motifs dont la plupart sont copiés sur leurs propres matériaux.

Puisque nous sommes en Belgique, nous y continuerons notre revue.

Belgique. La vitrine de E. J. Hoorieks et Comp., de Bruxelles, renferme également des morceaux d'une exécution merveilleuse, l'œil est forcément attiré par une jupe couverte de fleurs coloriées. Cette dentelle est en point à l'aiguille, c'est encore un tour de force où il ne faut admirer que la difficulté vaincue; néanmoins cette maison a exposé des dentelles de vente courante d'un incontestable mérite.

Mais comme ensemble, l'exposition belge est loin de valoir l'exposition française. La Belgique n'a pas marché d'un pas aussi rapide dans la voie du progrès que sa rivale. Ainsi la dentelle de Grammont, qui, comme celle de Bayeux, est généralement connue sous le nom de *chantilly* n'a pas fait de progrès depuis 1862. Les dessins de tous les fabricants se ressemblent. Ils ont conservé leurs mêmes effets, de fleurs à mats larges et plaqués. La fleur est étudiée et vise à la nature, il est vrai, mais d'une manière peu heureuse ; la seule chose que l'on puisse dire en faveur de l'exposition de Grammont, c'est qu'elle est composée d'articles d'une vente journalière et qu'elle n'a pas visé aux morceaux hors ligne.

Le nouveau genre camaïeu n'a été abordé que dans les dentelles blanches; du moins, les fabricants de Grammont n'en ont pas exposé.

Angleterre. Il y a peu de chose à dire de l'exposition des dentelles à l'aiguille et aux fuseaux anglaises. Nous n'avons constaté aucun progrès ni au point de vue de l'exécution, ni à celui des dessins, qui manquent toujours de style, et nous dirons même dans certains cas de composition; aussi passons-nous rapidement sur l'exposition anglaise pour arriver à la France qui, sans contredit, réunit l'ensemble le plus complet.

Cependant l'Angleterre a fait une exposition de rideaux mécaniques. Ces guipures, qui ne sont que des tulles fantaisie, ont un grand succès malgré leur peu

de solidité, et nous sommes étonnés que les fabricants français n'en produisent pas davantage. Nous ne pouvons nous expliquer ce fait que par le prix de la matière première qui est la principale dépense dans cet article, et qui est moins élevé en Angleterre qu'en France. Cependant il revient à la France l'honneur d'avoir tiré parti de ce tissu et de l'avoir rendu solide et imperméable. C'est ce qui a fait l'objet d'un brevet pris par madame Noggarath, sous le nom de végéto-plastie. Cette invention consiste à enduire l'article rideau guipure en lui donnant des couleurs variées. L'étoffe ainsi préparée produit de très-beaux transparents et peut être employée avec avantage pour stores extérieurs, puisque ni la pluie ni les intempéries de l'air n'ont aucune action sur elle.

France. Nous devons donner la préférence à la nouvelle dentelle, celle de la *guipure d'art* et à son imitation le *cluny*.

Mme Gandillot ayant la première reproduit cette ancienne dentelle de Venise et en ayant la propriété, en expose seule. Dans sa vitrine on voit des spécimens de *guipure de Venise* en relief semblables au beau spécimen du musée de Cluny, ainsi que des échantillons de *point de Venise* plat. Ces deux genres sont faits à l'aiguille, tandis que le reste de son exposition est produit par les fuseaux.

Aussitôt que le succès de cette dentelle fut assuré, les environs de Mirecourt et du Puy ont commencé à l'imiter; nous avons expliqué plus haut la différence qui existe dans la nature des deux tissus.

Grand nombre de fabricants ont exposé des dentelles de *Cluny*; mais la maison Aubry frères nous paraît avoir obtenu les meilleurs résultats. On remarque aussi une jupe de *Cluny* exposée par Fouilloux, dont nous avons vainement cherché le nom sur le catalogue; mais cette omission ne nous surprend pas. Quand on a vu, comme nous, les nombreuses erreurs du catalogue de 1862, il n'est pas étonnant que la Commission impériale commette les mêmes fautes, puisque ce sont les mêmes employés qui en sont chargés qu'à Londres.

Nous trouvons dans la section française des dentelles de couleur; mais, contrairement à celles de Belgique, elles sont tissées aux fuseaux. C'est à madame Armand Husson Morel que l'on doit cette innovation. Nous avons vu ses débuts il y a plusieurs années, et nous sommes heureux de constater un progrès sensible et de lui prédire un bel avenir pour ses produits.

La maison J. Badois a aussi abordé la dentelle couleur, mais avec une application différente de celle des maisons Hooricks et Comp. et Armand Husson Morel. Cette dentelle imite le cachemire. Nous nous contenterons de signaler cette nouveauté encore au début de ses essais. Des essais de dentelle cachemire mécanique ont été faits autrefois par l'inventeur de la dentelle de Lama[1], mais sans succès.

Pour clore cette revue des fabricants de vraies dentelles, nous engageons les visiteurs à étudier l'exposition de la maison A. Lefebure et fils. Il s'y trouve réunis des échantillons de tous les articles classiques; cette maison a su conserver à ses produits le vrai cachet de la dentelle, et, quoique modeste et visant peu à produire beaucoup d'effet, elle n'est pas moins l'innovateur de divers progrès opérés dans cette industrie. Cette maison a exposé entre autres genres de dentelles, l'article blonde noire de Bayeux, qui eut tant de succès en Angleterre, aux colonies espagnoles et portugaises et même en Espagne. Ce fut en raison de cette vogue que l'on en fabriqua à Barcelone. Cette dentelle fut imitée à Nottingham par les métiers *Leavers* et vendue en immenses quantités sous le nom de *spanish*; mais c'est à Bayeux qu'elle prit naissance et c'est à M. Auguste Lefe-

1. Histoire du Tulle et de la Dentelle. Paris, 1862.

bure que l'on doit le progrès apporté dans cette fabrication. Cette dentelle délaissée par la consommation pendant plusieurs années, jouit en ce moment d'une nouvelle faveur.

Les autres pays ont exposé peu ou pas de dentelles. L'Italie, le berceau de la dentelle, est restée stérile dans la production de ses belles dentelles de Venise, de Gênes, etc.; comme autrefois, l'art italien subit un temps d'arrêt. Le silence s'est fait autour de son industrie, comme autour de ses monuments. Renaîtront-ils avec son unité? Disons avec le poëte espagnol : *Ojala!...*

Quelques essais d'importation ont cependant été faits en Autriche et en Prusse. Un fabricant, M. Joh. Jac Wechselmann, a exposé en Prusse des dentelles à l'aiguille, encouragé par le gouvernement qui lui a alloué une indemnité pour cette importation. Voilà de beaux exemples à citer aux gouvernements dont les pays sont pauvres; car la femme de la campagne, tout en s'occupant de son ménage, peut, par son gain, ajouter au bien être de son intérieur. Les jeunes filles trouvent ainsi à employer fructueusement leurs longues soirées d'hiver, et les jours pendant lesquels les travaux de la campagne sont suspendus.

La Prusse, en encourageant le travail aux fuseaux et à l'*aiguille* des femmes, a plus fait pour sa gloire future, qu'en mettant entre les mains de ses soldats le fusil à *aiguille*. L'un c'est le progrès, c'est le bien être du peuple; l'autre c'est la ruine, c'est la barbarie.

Dentelles mécaniques. — La dentelle mécanique est restée stationnaire depuis 1862. Une seule nouveauté a été créée et elle n'est pas exposée par l'inventeur, car elle a eu peu de succès; c'est la dentelle *camaïeu*. Cette dentelle a été faite en soie et en lama blanc et noir, et imitée par plusieurs fabricants de Lyon; elle n'a pas eu de succès parce qu'elle n'a pas été comprise, et nous n'en voulons pour preuve que le succès que rencontre ce même genre dans la dentelle aux fuseaux. L'inventeur de cette dentelle employait trois épaisseurs de toile, tandis que la vraie dentelle n'en emploie que deux; si les dessins avaient été bien compris, nous ne doutons pas que le *camaïeu* n'eût eu un grand succès, et peut-être renaîtra-il si la vraie dentelle réussit dans ce genre.

A part le *camaïeu*, nous ne voyons qu'une autre dentelle, appelée *dentelle des Indes*, qui ait la prétention de la nouveauté; nous disons la prétention, car c'est tout simplement la dentelle lama en noir et la dentelle yak en blanc.

Les filateurs de poils de chèvre étant arrivés à produire des numéros de fil plus fins, jusqu'au n° 250, ce produit a permis à la maison Daguin, qui a adopté le nom de *dentelle des Indes*, de faire des imitations très-fines de la dentelle de Lama et de Yak.

Comme fabrication, nous reprocherons à cette maison d'avoir exposé des dentelles dont le mat est brouillé et la maille carrée. On sait que le réseau de la dentelle est hexagonal, et une imitation n'est bonne qu'autant qu'elle conserve à son réseau cette forme à six pans. Pour obtenir ce résultat, surtout avec une matière fine, il faut se résigner à voir les mailles qui bordent les fleurs plus larges que les autres. C'est pour éviter cette faute, qui trahit l'imitation, que la maison Daguin fait fabriquer, en mettant un très-grand poids sur les fils de la chaîne [1] et en donnant peu de tension aux fils des bobines par les ressorts [2], de sorte que les fils de chaîne ne sont pas entraînés par les fils de transe, et les mailles du réseau sont uniformes; mais alors elles sont

1. Voyez fig. 4, lettre A, page 254.
2. Voyez fig. 3, lettre *s*, page 253.

carrées comme dans la figure n° 1, au lieu d'être hexagonales comme dans la figure n° 2, et les mats sont lâches et brouillés, vu que les fils de trame ne peuvent résister à l'entraînement des barres de guides [1].

Cette maison, en exposant des objets très-fins, a commis deux fautes : la première est d'avoir voulu exposer des objets hors ligne et d'une vente peu courante; secondement, d'avoir sacrifié dans ces objets la fabrication à l'aspect. Le vulgaire peut s'y tromper, parce qu'il voit un réseau fin; mais le connaisseur ne s'y trompe pas. Quant à la question des dessins, nous lui ferons le même reproche qu'aux dessins de la vraie dentelle, puisqu'ils sont faits par les mêmes dessinateurs.

A côté de cette vitrine, nous en voyons une autre plus modeste quant aux prétentions, mais dont les produits ont plus de mérite comme fabrication, c'est celle de M. Monard, qui expose les produits de M. W. Vickers, de Nottingham.

Longtemps l'Angleterre n'a pas fabriqué la dentelle de Lama, cela tenait à ce que Londres n'achetait pas cet article; ce ne fut qu'après que les droits ont été abolis en France, que quelques fabricants de Nottingham ont fait un peu de lama et de yak. M. W. Vickers est un vrai fabricant, ne sacrifiant pas le fond à la forme ; pour lui, il veut avant tout faire de la dentelle, et c'est là le vrai, le seul principe en fabrication. Ses produits, outre une maille correcte, possèdent autour des fleurs cette épinglure, entre le mât et le fil de brodure qui leur donne une grande ressemblance avec la vraie dentelle; de plus, comme ses fils de trame sont tendus et que sa chaîne ne l'est pas, sa maille est nette et son toilé se détache en vigueur sur le fond.

Nous ne ferons pas cet éloge à M. Galoppe, dont la dentelle a un grand défaut. Les mâts de ses fleurs ne se détachent pas du réseau, cela tient à la nature même du genre de métier, dit *Pusher*, qui produit sa dentelle; ce métier ne possède qu'une rangée de fils de trame, au lieu de deux que contient le métier circulaire, il y a donc moins de fils dans les mâts; on peut y remédier en y mettant de *mouvements*, c'est-à-dire en faisant retenir les chariots plusieurs fois autour des fils de chaîne dans les mâts; mais la dentelle se produit moins vite et revient plus cher. M. Galoppe fabrique depuis peu le lama et le yak, cela se voit, car il appelle lama ce qui est connu dans le commerce et qui a été créé sous le nom de *yak*. Cette maison a exposé aussi un *essai de camaïeu*, mais le toilé en est éraillé, les nuances ne sont pas distinctes, de plus sa maille est dans un mauvais sens. Ce n'est certes pas cette dentelle qui fera tort à la vraie dentelle.

Nous regrettons de ne pouvoir faire l'éloge des fabricants lyonnais. Ils ont fait à cette Exposition ce qu'ils ont fait à celle de Londres, de 1862, c'est-à-dire qu'ils ont exposé des imitations des dentelles de Cambrai, de Lama et de Yak, et ont négligé les dentelles où ils excellent et qu'ils fabriquent seuls, c'est le damassé. Il y a des qualités diverses de dentelle damassé; l'article ordinaire est la dentelle la meilleure marché qui se produise; ainsi, on livre une pointe ayant 2 mètres d'envergure et 1m.40 de dos pour 5 francs; puis viennent des articles plus fins, et le *pusher* de Daguin, inexactement ainsi dénommé, car il n'est pas produit sur un métier *pusher*, mais bien sur un métier à aiguilles, et il a tous les inconvénients des tissus de ce genre de métier, c'est-à-dire qu'au lieu d'être fait seul à base de la toile où les fils s'entrelacent, il ressemble au tricot, où tous les fils sont indépendants les uns des autres. Les prix de cet article servent d'intermédiaires, entre le damassé commun et la dentelle de Cambrai.

1. Voyez fig. 4, lettres *ee*.

Cependant il faut rendre justice aux fabricants de Lyon, ils n'ont pas exposé de tours de force comme l'a fait leur compatriote Daguin, et ils ont envoyé au Champ de Mars ce qu'on trouve dans les rayons de leurs magasins.

Résumé.

Nous avons fait parcourir rapidement au lecteur le vaste champ clos des tournois de l'industrie universelle, en lui signalant les champions qui, selon nous, ont mérité les suffrages du public et du jury, et nous sommes heureux de voir que ceux que nous avions signalés comme les plus méritants ont été armés chevaliers; car la distribution des récompenses a eu lieu entre le moment où nous avons écrit le compte rendu et ce résumé.

Nous avons dans le cours du travail signalé quelques abus, et cependant il en est encore que nous avons omis; or, comme ce n'est qu'en signalant les erreurs que l'on peut espérer les voir disparaître, nous prions le lecteur de considérer notre critique à ce point de vue désintéressé.

Dans toutes les expositions depuis celle de 1851, les maisons de vente gros et détail en Angleterre s'intitulaient *lace manufacturers*, fabricants de dentelles. Jusqu'ici les maisons françaises n'avaient pas suivi cet exemple; malheureusement le besoin de la réclame, qui est une des plaies de notre siècle, les a entraînées à imiter les Anglais; nous ne signalerons pas les maisons de détail qui ont exposé des dentelles sans y mettre le nom du producteur; mais nous devons dire à la louange de la maison Opigez-Gagelin qu'elle n'a pas commis la faute de ses concurrents : car le peu de dentelle qui se trouve dans ses produits ne figure que comme partie intégrante de ses confections qui est une de ses spécialités; plusieurs autres maisons, au contraire, ont exposé des objets en dentelle sans être confectionnés. Nous signalons cet abus aux fabricants de dentelle, qui, croyons-nous, ne devraient pas, pour plaire à leurs clients, faire abnégation de leur dignité de producteur.

Quoique l'industrie des tulles et des dentelles ne présente pas des innovations dignes de remarque, telles que celles qui figuraient en 1849, en 1851, en 1855 et en 1862, elle comprend un ensemble et un déploiement de richesse inconnus jusqu'ici. Cette richesse doit surtout être attribuée au grand nombre d'objets en dentelles à l'aiguille et aux fuseaux, qui sont au-dessus de tout éloge si on les considère au point de vue de la perfection du travail; car peu de fabricants se sont attachés aux choses pratiques. Nous attirons particulièrement l'attention des fabricants sur ce point, ainsi que sur la question des dessins, qui est la base de la belle dentelle; la voie dans laquelle on s'est lancé en mélangeant à la fleur naturelle des ornements de styles bâtards ne peut conduire au bon goût dont on s'écarte de jour en jour. Que tous leurs efforts tendent donc à ramener les styles purs; ils sont limités, il est vrai, car il n'y a guère que le genre Pompadour, le Louis XV qui puisse être employé dans la dentelle avec quelque succès; mais s'ils demandent à leurs artistes d'autres styles, qu'ils leurs recommandent de les employer sobrement et surtout de ne faire que des styles purs.

Cette recommandation s'applique surtout à la nouvelle dentelle dont les premiers essais ont paru en 1862, et qui a pris un certain développement depuis, c'est le genre camaïeu ou ombré.

Dans les éloges que nous donnons à la richesse de cette exposition, la France a droit à la plus grande part; elle a fait des progrès sensibles. La Belgique, dans quelques articles, tels que les applications, les dentelles à l'aiguille, a fait aussi un pas en avant; mais ses dentelles de Grammont, dites *chantilly*, n'ont pas fait de progrès; il en est de même de l'Angleterre, où cette industrie est restée sta-

tionnaire, et, quant à l'Italie, elle a reculé et elle est restée dans l'inertie en présence de la résurrection de ses dentelles de Venise dans les Vosges. C'est grâce à cette rénovation que les Vosges, les environs de Mirecourt ont vu revenir les beaux jours où leurs guipures avaient atteint une vogue inconne jusque-là dans la dentelle.

Quant aux tulles et aux dentelles mécaniques, à part l'imitation du *cluny* et quelques perfectionnements insignifiants apportés aux articles déjà connus, ils sont loin de présenter l'intérêt qu'ils avaient aux précédentes Expositions.

Du reste, l'industrie de la dentelle en général est en défaveur, l'exiguité des modes, l'engouement des femmes pour la passementerie et le clinquant en sont seuls la cause; mais la France, le foyer du goût par excellence, ne peut tarder à revenir aux articles classiques et de bon goût. C'est grâce à cette supériorité que ses produits sont préférés partout où il n'y a pas un parti pris de n'acheter que du bon marché; aussi les dentelles françaises ont-elles, comme les soieries de Lyon, une réputation européenne, et elles la méritent à tous égards.

Nous avons mis dans nos critiques une grande impartialité, nous avons voulu ainsi signaler les erreurs et en indiquer les remèdes; aussi serons-nous largement récompensé si elles contribuent à opérer un progrès dans cette belle industrie des dentelles, qui est une des merveilles du siècle. Nous n'ignorons pas cependant qu'en face de ces critiques faites par nous de bonne foi, il se trouvera bien quelques gens pour s'écrier que nous n'avons pas également dispensé l'éloge et le blâme. Mais heureusement, nous avons pour nous la sincérité de nos opinions et nous nous en rapportons au jugement impartial du public : *Vox populi.*

S. F. Thomas.

LES CORPS GRAS

ALIMENTAIRES

PAR M. ARMAND **ROBINSON**,
Professeur à l'Association polytechnique.

I

Considérations générales.

Les services que nous rendent les corps gras comme aliments directs ou comme assaisonnements à presque tous les autres aliments qui servent à la nourriture de l'homme, méritent que nous entrions dans des considérations générales sur leur origine ou leur état dans la nature, sur les procédés généraux que l'on emploie pour les extraire des corps ou des tissus qui les renferment, sur leurs propriétés chimiques les plus saillantes et, par conséquent, sur les moyens préconisés pour les conserver.

Les corps gras alimentaires sont de deux origines, quoique présentant la même composition élémentaire, excepté le lait que l'on considère comme une matière animale particulière, un principe immédiat dont la composition est différente et plus complexe; il en est de même de ses dérivés, le beurre et le fromage.

Les uns, d'origine animale, sont logés dans le tissu cellulaire de certaines parties du corps, le tissu adipeux; tels sont le suif, l'axonge ou saindoux, qu'on désigne aussi, dans quelques localités, sous le nom de graisse de porc.

Les autres sont d'origine végétale et renfermés, presque exclusivement, dans les semences ou graines des végétaux, ce sont : les huiles de colza, d'amandes, de noix, de pavot, etc.

Enfin, quelques corps gras sont contenus dans le péricarpe ou partie externe du fruit. Les huiles d'olives et de divers palmiers en sont des exemples. Rarement les autres parties du végétal contiennent des matières huileuses [1].

Nous n'avons à nous occuper, ici, que des corps gras spécialement destinés à la nourriture de l'homme et l'un d'eux, le lait, sera l'objet d'une étude particulière à cause de sa nature spéciale, en raison de la variété des produits qui en dérivent et de son immense utilité [2].

On désigne ordinairement les corps gras d'après l'état qu'ils affectent à la température ordinaire.

1. Le souchet comestible renferme une quantité notable d'huile dans ses racines.

2. Il paraîtra étrange, à première vue, de nous voir ranger le lait dans la catégorie des corps gras. Mais si l'on songe que ce liquide, qui nous fournit le beurre, est un produit dont la composition est sensiblement la même que celle de l'amande, qui nous donne l'huile, on trouvera que nous avons raison.

Le lait est une émulsion naturelle qui renferme une matière grasse, de l'albumine, de la caséïne, du sucre, des sels et de l'eau. L'amande est aussi une émulsion naturelle solide,

Ainsi on nomme :

Huile, les produits d'origine végétale et qui sont liquides à la température ordinaire, + 16°.

Beurres et graisses, ceux qui, d'origine animale, ont une consistance molle à + 18° et qui fondent à une température de + 36°.

Suifs, les corps gras qui, provenant d'animaux herbivores, sont d'une consistance plus ferme et ne fondent que vers + 38°.

Quant à la composition élémentaire des corps gras elle est, en général, d'une identité parfaite, et les éléments qui les constituent sont au nombre de trois : le carbone, l'oxygène et l'hydrogène ; mais ces éléments y sont combinés en proportions très-différentes et il en résulte, entre autres propriétés, des consistances variables suivant la température.

Les corps gras sont essentiellement formés de substances particulières : la stéarine, la margarine, l'oléine et l'élaïne auxquelles ils doivent leurs propriétés physiques. Ainsi les huiles végétales et le beurre sont formés de margarine et d'oléine, et les corps gras d'origine animale, à l'exception du beurre de cacao, sont composés d'oléine, de margarine et de stéarine.

Les huiles de noix, de chanvre, de lin et de pavot renferment seules l'élaïne unie à la margarine et à l'oléïne.

C'est à la proportion relative de ces deux derniers principes que les corps gras doivent leur plus ou moins grande solidité.

De plus, les huiles et les graisses renferment, selon l'espèce et leur nature, des quantités minimes de matières colorantes et odorantes dont elles peuvent être privées sans altération de leurs propriétés.

La coloration est particulièrement due à l'oléïne. Ce serait donc en elle que résiderait le pouvoir dissolvant des matières colorantes ?

Quant à l'odeur, elle ne nous paraît pas nettement définie. On l'attribue généralement à la présence d'un acide très-fugace, et, en particulier, à l'acide butyrique, dans le beurre.

Tous les corps gras sont fixes, plus légers que l'eau et insolubles dans ce liquide. Ces dernières propriétés sont utilisées dans l'industrie pour les laver et les purifier.

C'est aussi sur la différence de densité des corps gras que repose le procédé Lefebvre pour reconnaître les huiles, pures ou mélangées, à l'aide d'un instrument ayant la forme d'un aréomètre et auquel il a donné le nom *d'oléomètre à froid.*

Les corps gras s'altèrent en général au contact de l'air. Cette altération est due à l'assimilation de l'oxygène. Il en résulte des modifications qui les rendent impropres aux usages culinaires et à l'alimentation. Le lait, le beurre, les graisses et les huiles alimentaires sont dans ce cas. Mais il n'en est plus de même des dérivés du lait, les fromages qui, sauf quelques espèces particulières devant être consommées dans un état de fraîcheur extrême, n'acquièrent les qualités qu'on exige d'eux qu'après avoir subi une altération plus ou moins profonde, sans toutefois dépasser une certaine limite qui les rend impropres à la consommation et, dans certains cas, fâcheux et vénéneux.

renfermant peu d'eau ; mais qui contient tous les principes du lait et, entre autres, la caséïne sous un autre nom.

On sait, d'ailleurs, que les fonctions du lait et de l'amande sont les mêmes. Que le premier sert d'aliment au nouveau-né et que la jeune plante qui, à l'état d'embryon, fait partie de la seconde, y puise toute sa vie embryonnaire et un moment très-court de sa vie végétative.

Quelques corps éminemment volatils, l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, ont la propriété de dissoudre les corps gras, et nous verrons de quelle remarquable façon l'industrie a su utiliser cette propriété dissolvante pour entraîner complétement, et à peu de frais, les dernières portions des corps gras renfermés dans le tissu qui les retient et dont l'extraction était impossible par l'emploi des procédés ordinaires.

Les huiles, que l'on extrait des graines ou semences des végétaux, entraînent avec elles de l'albumine végétale. Dans l'industrie on met à profit l'action énergique de l'acide sulfurique sur ce principe pour l'enlever aux huiles en le coagulant et en le précipitant au fond du vase dans lequel on opère.

Les acides sulfurique, azotique et hypoazotique ont une action si remarquable sur les huiles qu'ils permettent de reconnaître les fraudes qu'on exerce sur celles qui sont alimentaires, surtout sur l'huile d'olives à laquelle on mêle de l'huile de pavot, *huile blanche*, ou de l'huile de faines, en les solidifiant d'autant plus vite qu'elles sont plus pures, ou en les colorant diversement.

Mais ces moyens de dévoiler l'adultération des huiles ne sont pas radicaux, ils peuvent même conduire à l'erreur, et il vaut mieux employer l'azotate de mercure dont la propriété essentielle est de solidifier les huiles dans un temps plus ou moins court, suivant la température, et en raison directe de leur plus grande pureté.

Le nombre des corps gras alimentaires est très-limité; mais il suffit amplement à nos besoins domestiques.

Le beurre, le saindoux, les graisses de bœuf, de veau, de volaille, les huiles de noix, d'olives, de navette, de sésame, d'arachide, de faines et celle de pavot qui fut longtemps prohibée comme huile alimentaire, sont les seules employées en Europe et surtout en France; mais dans certaines parties de notre territoire on a des préférences; ici on se sert de beurre, là on emploie la graisse, d'autres préfèrent l'huile d'olives ou l'huile de noix concurremment avec le saindoux.

En Russie, on cultive deux variétés de plantes, du genre *Helianthus*, qui donnent une huile d'un jaune d'or, douce au goût, excellente en assaisonnement.

En dehors de l'Europe, dans l'Inde, on emploie l'huile de sésame; au Sénégal c'est l'huile d'arachide; les huiles de coco ou de palme sont consommées toutes fraîches dans la Guinée, les Guyanes, l'Inde et l'Afrique.

L'huile ou beurre de Galam, désignée également sous le nom de beurre de bambouc ou de Shéa, que l'on extrait des semences d'une plante de la famille des Sapotées, le *cassia butyracea*, se consomme sur les lieux de production, dans l'Afrique centrale et orientale. Il en est de même de l'huile d'Illipé ou d'Yllipe que l'on retire des *cassia longifolia et latifolia* qui croissent dans l'Inde. Tous ces produits, très-altérables, sont utilisés en Europe à la fabrication des savons; il en est de même de l'huile de palme.

Ces considérations préliminaires terminées, nous allons entrer dans le détai de chaque espèce.

1° Le lait.

Tout le monde connait le lait, ce liquide blanc, opaque, à l'odeur douce et particulière, au goût sucré, dont la qualité varie selon les localités, les pâturages au milieu desquels vivent les animaux qui le secrètent, variable aussi selon l'animal et son état de santé, les soins qu'on lui donne, et enfin selon la traite.

Tout le monde sait encore que le lait est la nourriture du nouveau-né, homme, animal; qu'il suffit seul à son existence pendant plus d'une année, tant il est complet au point de vue nutritif, et que le premier l'utilise à tous les instants de sa

vie, seul ou allié à une foule d'autres substances alimentaires, sous les formes les plus diverses et les plus agréables.

De toutes les variétés du lait, c'est celui des animaux herbivores, vaches, brebis, chèvres, dont on se sert comme aliment ; celui d'anesse est considéré à tort ou à raison comme spécial à certaines affections organiques ; celui de jument est transformé, par la fermentation, en une liqueur vineuse, le koumis, en usage chez les peuplades nomades de l'Asie, les Mongols, les Tartares qui, par la distillation, en retirent une eau-de-vie qu'ils nomment araka, arki ou arza.

Les Arabes usent du lait de la femelle du chameau, et le Lapon de celui que lui donne la femelle du renne.

Mais le lait que l'on consomme le plus universellement est le lait de vache. Celui de brebis et de chèvre est presque généralement destiné à la fabrication des fromages. Cependant, dans le midi de la France et dans l'Orient il est consommé en nature, surtout celui de la chèvre.

La consommation du lait est tellement considérable, elle est tellement en dehors de sa production qu'il nous paraît important d'entrer dans quelques détails au sujet de ses propriétés les plus saillantes, et de faire connaître les moyens qui ont été préconisés, jusqu'à ce jour, dans le but de dévoiler aux consommateurs les fraudes ou les adultérations auxquelles il est soumis par le fait des producteurs et des intermédiaires [1].

Lorsqu'on soumet le lait au repos, dans un endroit calme et frais, on voit se former insensiblement à sa surface une matière qui varie du blanc mat au blanc jaunâtre, qui s'épaissit peu à peu et devient onctueuse au toucher.

C'est la crême, matière grasse toute formée dans le lait au sein duquel elle est tenue en suspension sous forme de globules sphériques infiniment petits, et dont elle se sépare pendant le repos à cause de son insolubilité et de sa légèreté plus grande que le liquide dont elle fait partie constituante pour s'amasser à sa surface.

Cette matière enlevée légèrement, à mesure qu'elle se forme, va servir à faire le beurre, nous le verrons tout à l'heure.

Le lait privé de sa crème est appelé lait écrémé. Ses propriétés se sont modifiées ; sa couleur, son odeur, sa fluidité, son goût, tout est sensiblement changé. Il ne contient plus qu'une portion variable de crème et deux autres principes immédiats : la caséine et le petit-lait.

C'est ce liquide, d'un blanc légèrement verdâtre, qu'on livre le plus habituellement à la consommation dans les grands centres de la population et auquel, souvent, on ajoute de l'eau.

Dans cet état, si on le soumet à l'action d'une température un peu élevée, il subit la fermentation, c'est-à-dire qu'il s'assimile un des principes de l'air, l'oxygène, pour former avec la matière sucrée qu'il renferme, et sous l'influence d'un ferment particulier, l'acide lactique qui, à son tour, à mesure qu'il se développe, agit sur la caséine et la précipite insensiblement au fond du vase, en un coagulum blanc ou légèrement teinté de jaune, plus ou moins solide, plus ou moins homogène dont on accélère la séparation en ajoutant au lait écrémé un acide quelconque ou certaines substances organiques que nous ferons connaître en traitant des fromages.

Disons tout de suite que c'est la caséine qu'on emploie pour fabriquer les fromages.

La caséine séparée à l'aide d'un linge ou d'un tamis, reste un liquide d'un

1. Consulter un ouvrage spécial, *Guide pratique pour le choix de la vache laitière*, par M. E. Dubos. Ce Guide fait partie de la *Bibliothèque des professions industrielles et agricoles*, publiée par M. E. Lacroix.

jaune verdâtre, doux à l'état frais, légèrement acide peu de temps après sa séparation d'avec la caséïne. Cette dernière propriété va rapidement en augmentant au contact de l'air et sous l'influence d'une température chaude. C'est le sérum ou petit-lait qu'on destine, comme le lait de beurre, à la nourriture des animaux de la ferme en le mêlant à d'autres produits.

Dès que le lait est écrémé, qu'on a séparé la caséine en la coagulant à l'aide de quelques gouttes d'acide sulfurique, chlorhydrique ou acétique (vinaigre) étendu d'eau, si l'on fait évaporer le petit-lait jusqu'à consistance sirupeuse, après l'avoir soumis à l'ébullition puis à la clarification, à l'aide de la filtration, pour en séparer un autre principe, l'albumine, on obtient par le repos une masse cristalline d'un jaune brun qui, purifiée et cristallisée plusieurs fois, finit par donner des cristaux réguliers que l'on désigne dans le commerce sous le nom de sucre de lait et qu'on connaît en chimie sous celui de lactine ou lactose.

Sous le premier Empire le sucre de lait était incorporé aux cassonades, dont le prix était fort élevé à cette époque de guerre.

La Suisse fournit des quantités considérables de lactine au commerce.

Le lait sorti du pis de la vache, abandonné à lui-même, s'altère rapidement pendant la chaleur de l'été, lorsque la température est orageuse et, malgré sa nature légèrement alcaline, il aigrit et *tourne*, comme on dit vulgairement. Cette aigreur est due, comme nous l'avons vu plus haut, à la formation de l'acide lactique, qui agissant sur la caséine la coagule et la précipite avec une partie de la crème. L'agitation, le mouvement accélèrent cette séparation.

Il en est de même des laits de brebis et de chèvre.

On paralyse cette tendance du lait à tourner, l'été, en y ajoutant du bi-carbonate de soude dissous dans l'eau. Deux ou trois millièmes de ce sel ou 2 grammes 1/2 par litre de lait suffisent. La présence du bi-carbonate de soude dans le lait est tout à fait inoffensive; ce sel a pour but de saturer l'acide lactique à mesure qu'il naît; il préserve alors la caséine de ces fâcheux effets. C'est d'Arcet qui, le premier, a indiqué ce moyen de saturer les acides lactique et acétique qui se produisent pendant la fermentation du lait, et de conserver ce liquide.

Des marchands ou intermédiaires usent généralement de ce moyen pour paralyser la fermentation du lait qu'ils expédient pendant l'été, et la dose de bi-carbonate de soude, voire même de simple carbonate de cette base, qu'ils ajoutent, empêche ce liquide de tourner pendant douze heures au moins, le temps d'arriver à destination et d'être débité. La liqueur qu'ils emploient se compose de 905 grammes d'eau et de 95 grammes de bi-carbonate. On prend un décilitre de cette dissolution pour 20 litres de lait.

L'ébullition répétée empêche également l'acide lactique de se former; c'est un moyen plus naturel de préserver le lait de toute altération et que les intermédiaires mettent encore à profit pendant les chaleurs, comme nous le verrons bientôt.

Le sérum ou petit-lait, aigri puis évaporé à une douce chaleur, après clarification et filtration, fournit à l'industrie l'acide lactique que l'on emploie, combiné avec un des oxydes de fer, pour combattre les affections chlorotiques.

Ce qui précède nous conduit, naturellement, à donner quelques analyses de lait de vache, et ces analyses vont nous montrer en quelles proportions les principes dont nous venons de parler interviennent dans la composition de ce liquide, en corroborant ce que nous disions, dès le début, à propos de ses nombreuses variétés.

Cent parties de lait, prises à diverses sources, ont donné les résultats suivants :

	Doyère.	Payen.	Boussingault.	Haïdlen.
Beurre.	2.20	3.34	4.00	3.00
Caséine.	3.00	3.20	3.60	5.10
Albumine.	1.20			
Sucre de lait (lactine. .	4.30	3.71	5.00	4.60
Sels.	0.70	0.21		
Eau.	87.60	89.54	87.40	87.30
	100.00	100.00	100.00	100.00

Ces analyses nous montrent qu'en moyenne le bon lait doit contenir 3 à 4 pour cent de beurre, 3 à 5 de caséine, soit de 6 à 9 pour cent de matières solides. Mais ces principes sont variables parce qu'ils dépendent d'une foule de circonstances et de conditions : l'habitat, la nourriture, les soins, la santé et l'origine de l'animal qui sécrète ce liquide, et cela s'applique, encore une fois, aux différentes espèces de lait.

Les vaches soumises à une stabulation constante [1], comme celles des vacheries de Paris, des grandes villes et de certaines localités produisent un lait moins riche en principes substantiels que celles qui sont élevées en plein air, à la campagne, au milieu des champs. Il en est de même lorsque l'animal est trop jeune ou trop vieux. Dans le premier cas le lait est séreux, dans le second il est trop maigre et manque de principes butyreux. Après la parturition il est fade, alcalin, souvent purgatif, plus albumineux que caséeux et conséquemment plus disposé à tourner.

Ce sont des considérations très-importantes, sur lesquelles devra s'appuyer tout agriculteur, désireux de faire produire à sa ferme la plus grande somme possible de beurre, de lait ou de fromage, alliée à la bonne qualité.

Le commerce et la consommation du lait sont assez considérables pour que les industriels qui se livrent à la première opération, dans le but de satisfaire quand même, à la nécessité de la seconde, aient cherché les moyens d'en augmenter artificiellement la production.

En général le commerce du lait n'est pas du domaine du producteur, il appartient exclusivement à l'intermédiaire, compagnies ou sociétés qui en centralisent le monopole.

Ces sociétés, dont le nombre est très-élevé aujourd'hui, ont toute une organisation qui leur permet de réunir, près des gares de chemin de fer, dans un établissement approprié, tous les produits ramassés, çà et là, dans un rayon de 15 à 20 kilomètres. A cet effet leurs pourvoyeurs ou ramasseurs parcourent rapidement ce rayon allant de village en village, de ferme en ferme recueillir, soir et matin, le lait que chaque producteur a déposé dans un lieu convenu.

Arrivés au lieu central, tous les produits de la récolte sont mêlés. Lors des grandes chaleurs on fait bouillir le tout au bain-marie dans de grandes chaudières afin de paralyser la fermentation et, par ce moyen, empêcher le lait d'aigrir et de tourner. Hiver comme été le lait est mis dans des boîtes de fer battu et étamé d'une capacité de 20 à 25 litres chacune, puis dirigé vers les grands centres de population où il est distribué aux détaillants, crémiers, fruitiers qui, à leur tour, le débitent à leurs clients.

Cela se pratique ainsi un peu partout, en France, en Angleterre, en Amérique.

Souvent le producteur, avant de livrer sa marchandise à l'intermédiaire, l'écrème un peu; heureux le consommateur si le lait qu'on lui vend n'a pas été

1. Qui sont toujours renfermées dans l'étable.

additionné d'eau par le petit débitant qui vient, à son tour, renchérir sur la qualité en pratiquant ce qu'on appelle vulgairement le baptême, soit une addition d'eau qui varie de 20 à 30 pour cent.

Malheureusement le désir du lucre échafaudé sur tout, voire même sur les produits alimentaires de première nécessité et davantage encore sur le lait devenu si indispensable aux amateurs de café au lait, nourriture si malfaisante pour les femmes, s'est étendu partout. Il est donc rare, aujourd'hui, de consommer le lait pur de tout mélange, à moins de le voir traire sous ses yeux et de le payer fort cher.

Pour bien faire comprendre l'intérêt qui s'attache à cette question, il nous suffira de citer quelques chiffres qui expriment la consommation des deux villes les plus populeuses de l'Europe : Londres et Paris.

Dans la première de ces villes le débit du lait s'est élevé, en 1865, à 125 millions de litres. On sait qu'à Londres ce produit sert d'aliment, le matin, mêlé au café, et que l'après-midi, vers 2 heures, et le soir on le consomme avec le thé.

Dans la seconde ville la consommation s'élève actuellement à environ 182,500,000 litres par an, soit 500,000 litres par jour qui nous sont fournis principalement par les départements de la Marne, de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise, de la Seine-Inférieure, de l'Aveyron, de la Creuse, du Cantal, des Vosges, un peu partout. Et dans ce chiffre nous ne comprenons pas ce que les nombreuses vacheries de la capitale débitent chaque jour.

Le prix du lait varie entre 10 et 40 cent. le litre en France. En Angleterre il est vendu, sans crème, de 35 à 40 cent. le litre.

On voit, d'après ce qui précède, combien il importe de se préserver des falsifications que le lait peut avoir subies. Mais nous avons hâte de dire que les fraudes sont moins dangereuses aujourd'hui qu'on n'est généralement porté à le croire. Elles se résument, tout simplement, à des coupages avec l'eau ; ce qui, avec l'écrémage constitue plutôt une fraude commerciale qu'une falsification proprement dite.

La vigilance de l'administration et les moyens qu'elle emploie ont fait disparaître les autres sources d'adultération qui consistaient en mélanges d'émulsions d'amandes, de farine, d'eau de son ou de riz, de gomme, de gélatine pour ramener le lait à la densité qui lui avait été enlevée par la séparation de la crème ; en additions de cassonade, de dextrine, pour lui donner le principe sucré qu'on affaiblit en le coupant avec de l'eau, et par l'emploi de matières colorantes : de l'extrait de carottes cuites au four, de la teinture ou jus de souci, de réglisse, etc., pour lui donner de la couleur.

Quant aux moyens dont la science dispose pour constater les fraudes auxquelles le lait est soumis, ils sont divers. Les uns reposent sur l'analyse chimique et ils sont à peu près infaillibles. Les autres sont du domaine de la mécanique ou de la physique ; ils sont moins certains et peuvent même conduire à l'erreur.

Nous citerons comme exemple, *le lacto-densimètre*, instrument ayant la forme d'un pèse-liqueur ordinaire et qui est basé sur la densité du lait que l'on veut éprouver.

En effet, plongé au sein d'un lait *type*, à la température de 15° centigrades, le lacto-densimètre indique nettement sa densité ; il prouve qu'elle est proportionnelle à la richesse des matières qu'il renferme, et rien de plus. Car il est impuissant à démontrer la source de cette richesse, si elle est naturelle ou si elle est due à un mélange de matières étrangères : gomme, émulsions, mucilages capables de ramener le liquide altéré à la densité qu'on lui avait enlevée en le privant d'un de ses plus riches principes, la crème ; mais ce n'est qu'à l'analyse chimique, seule, qu'il appartient d'affirmer s'il est de bonne qualité.

Un autre instrument, le *crémomètre* ou *lactomètre* (fig. 1), petite éprouvette en verre, à pied de $0^m,04$ de diamètre sur $0^m,17$ de hauteur, gradué, inventé par un Anglais, Banks, et introduit en France par Valcourt, sert à constater la quantité de crème que le lait contient. Pour cela on remplit l'instrument du lait à éprouver jusqu'au 0°, puis on laisse reposer pendant 24 heures. La crème monte et donne suivant son épaisseur, qui est indiquée par des degrés de plus en plus élevés, tracés de haut en bas sur l'appareil, la richesse du lait ou l'écrémage qu'on a pu lui faire subir. Si l'épaisseur de la crème est limitée entre 0° et 10° le lait aura une richesse égale à 10 pour cent de crème ; si elle occupe l'espace compris entre 0° et 20° et une fraction quelconque, sa richesse sera égale à 20 pour cent, plus la fraction indiquée, et ainsi de suite.

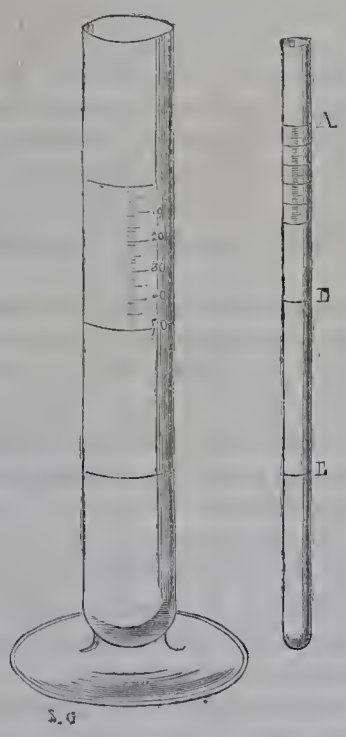


Fig. 1. Fig. 2.

Un bon lait doit marquer 10° *au moins*.

L'inconvénient attaché au crémomètre est l'attente de 24 heures.

M. Marchand, pharmacien à Fécamp, a inventé un petit instrument, auquel il a donné le nom de *lacto-butyromètre* (fig. 2) et qui sert, comme son nom l'indique, à doser le beurre contenu dans le lait. C'est un tube en verre de 0,32 de longueur et de 0,01 à 0,011 de diamètre, fermé à l'une de ses extrémités et divisé en trois parties égales à 0,10, à partir de sa base, à l'aide de traits gravés sur le verre. La partie supérieure est subdivisée, dans sa moitié, en dix parties ou centièmes ; c'est la partie essentielle de l'instrument.

Le lait que l'on veut éprouver est introduit dans l'instrument jusqu'au premier trait inférieur L, puis on ajoute une goutte de soude caustique à 36° pour maintenir la caséine en dissolution ; on agite, on verse une quantité d'éther égale à la seconde division E, on agite encore pour faciliter la dissolution du beurre dans l'éther, enfin on verse de l'alcool à 96° jusqu'au trait A : on agite de nouveau et on chauffe au bain-marie, en élevant graduellement la température à 40° seu-

lement, le tube étant tenu verticalement dans le bain jusqu'à ce que la matière grasse soit venue occuper sa partie supérieure.

La séparation de la matière grasse est provoquée par l'addition de l'alcool au mélange de lait et d'éther.

La couche de matière grasse indiquée par les divisions supérieures donne la richesse du lait en beurre ; 12 a 15 minutes suffisent pour faire l'opération.

Mais il y a encore là, et en faveur de la fraude, une impuissance qu'il nous serait facile de démontrer. Cependant le lacto-butyromètre de M. Marchand doit rendre de grands services dans les mains des marchands consciencieux et des consommateurs, tant il est d'une application simple et facile.

Le meilleur moyen de connaître la valeur d'un lait en beurre et en caséine consiste à prendre 10 grammes du lait que l'on veut essayer, à l'aide d'une pipette graduée, et à les introduire dans un petit vase : on ajoute 40 grammes d'eau puis on projette dans le mélange 4 à 5 gouttes d'acide acétique. Dès que la coagulation s'est effectuée on jette le tout sur un filtre que l'on a pesé. Après la filtration on ouvre le filtre pour le plier simplement en deux, puis on l'introduit dans un second filtre de même grandeur, de même papier et de même poids, on presse entre des feuilles de papier-joseph jusqu'à ce qu'on ait absorbé toute l'humidité possible. Cela fait on pèse en mettant un filtre dans chaque plateau d'une balance. La différence du poids indique la quantité de matière solide contenue dans le lait.

Nous avons dit quelles étaient les fraudes qu'on faisait subir au lait, voyons quels sont les moyens plus utiles, plus dignes de le conserver dans toute sa pureté et assez longtemps pour qu'il puisse voyager sans altération.

Le procédé de conservation qui nous frappe tout d'abord, c'est celui d'Appert. On le voit figurer à l'exposition des produits de l'industrie française de 1827, et bien modestement récompensé malgré les avantages et les bienfaits immenses que la marine en avait déjà retirés.

Pour conserver le lait, Appert employait deux moyens. Le premier consistait à faire évaporer ce liquide au bain-marie jusqu'à réduction des deux tiers de son volume en l'écumant souvent, à le passer ensuite, encore chaud, à travers une étamine, puis à mettre en bouteille, après avoir enlevé la couche de crème qui se formait à la surface par le refroidissement.

Le vase dans lequel il renfermait cet *extrait de lait* était chauffé au bain-marie pendant deux heures, puis scellé.

Appert, ayant remarqué que la crème se séparait *en gros flocons* au bout de peu de temps pour venir occuper la partie supérieure du vase dans lequel il conservait ce lait, ce qu'il considérait comme un défaut, il crut devoir modifier ce procédé. Il prit alors douze litres de lait, il les fit réduire, par l'ébullition, à la moitié de leur volume, puis il y ajouta huit jaunes d'œufs. Ce mélange, opéré avec soin, chauffé pendant une demi-heure, et conservé ensuite dans des bouteilles, d'après sa méthode générale, donna d'excellents résultats après une année de garde.

Ce mode de conservation constituait le second procédé d'Appert.

Le lait préparé d'après le premier procédé fut trouvé parfait au bout de deux années. Les flocons de crème accumulés à la partie supérieure du liquide disparaissaient par l'ébullition et une légère agitation.

Cependant Appert commettait une faute dans chacun de ses modes d'opérer. Dans le premier cas, il avait le tort d'écrémer son lait, ce qui en amoindrissait les qualités, et dans le second cas d'ajouter des jaunes d'œufs pour servir à lier, à unir les parties grasses dont il redoutait à tort la séparation.

En se bornant tout simplement à remuer le liquide pendant son ébullition

jusqu'à la limite de concentration à laquelle il voulait atteindre, puis à mettre en bouteille d'après sa méthode générale, cela suffisait amplement pour préserver pendant longtemps le lait de toute altération.

Quant à la séparation de la crème, elle est une conséquence de sa nature grasse, comme nous l'avons fait connaître plus haut. Il suffit donc, dans ce cas, d'un court moment d'ébullition, après addition d'une suffisante quantité d'eau chaude pour en faire disparaître l'inconvénient.

Après le procédé Appert vient celui de M. Martin de Lignac, propriétaire dans la Creuse. Il consiste à faire dissoudre 75 grammes de sucre par litre de lait, à faire évaporer le mélange au bain-marie dans une large chaudière à fond plat et peu profonde où le liquide, que l'on agite continuellement à l'aide d'une spatule, ne doit pas dépasser un à deux centimètres de hauteur.

Dès que le lait a subi une réduction d'un cinquième environ de son volume primitif. on l'introduit, encore chaud, dans des boîtes de fer-blanc, on chauffe pendant 25 à 30 minutes au bain-marie, à une température de + 105°, puis on soude.

Pour employer cette conserve de lait, on en prend une partie que l'on délaie dans cinq fois son volume d'eau tiède, soit une quantité égale à celle qui a été éliminée par l'évaporation, et on fait bouillir.

La méthode de M. de Lignac devait naturellement donner d'excellents résultats au point de vue de la conservation et de la qualité. Les expériences auxquelles on s'est livré sur ce produit pour en constater le mérite ont été, en effet, couronnées d'un plein succès. On lui donna donc la préférence sur celle d'Appert, et la marine française et anglaise en fit un usage immédiat.

Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer ici que la présence du sucre donne au procédé de M. de Lignac une valeur d'autant plus grande qu'elle favorise la conservation du lait, même après sa régénération, c'est-à-dire après qu'on l'a ramené à son volume primitif par l'addition d'eau; ce que l'expérience ne pouvait que confirmer.

En 1855, M. Mabru, chimiste de Paris, présentait à l'Académie des sciences un procédé de conservation du lait basé sur le principe admis par l'illustre Gay-Lussac, soit en privant simplement ce liquide du contact de l'air.

M. Mabru chauffait au bain-marie du lait renfermé dans une boîte de fer-blanc garnie d'un tube de plomb ou d'étain, très-court, jusqu'à ce que l'air dissous dans le liquide ou renfermé dans le vase eût été expulsé; après quoi le tube était comprimé et soudé.

Du lait ainsi conservé par la commission chargée de faire un rapport sur le procédé de M. Mabru, de mars 1854 jusqu'au 18 décembre de la même année, donna des résultats parfaits, sauf le soin qu'avait eu la commission de délayer la crème amassée à la surface du liquide.

En présence d'un semblable résultat, on est en droit de s'étonner que ce moyen de conservation si simple, si peu dispendieux, n'ait pas été exploité malgré les rapports les plus favorables dont il a été l'objet, tandis que d'autres d'une exécution plus difficile et qui élèvent de beaucoup le prix du produit ont été adoptés de préférence par la marine et les corps d'armée en campagne.

Avant MM. Mabru et de Lignac, déjà Braconnot, de Villeneuve, Robinet, Lesson, Grimaud et Gallois [1] avaient proposé de réduire le lait sous forme de sirop, de pâte ou de tablettes sucrées; mais ces moyens, d'une exécution difficile dans la

1. Le procédé de MM. Grimaud et Gallois consistait à enlever la plus grande partie de l'eau que le lait renferme naturellement à l'aide d'un courant d'air froid jusqu'à réduction d'un quart de son volume, puis à conserver en vase clos.

pratique et qui ont de plus le défaut capital d'élever énormément le prix du lait, n'eurent à l'époque où ils furent préconisés aucun succès, et cependant les procédés de conservation du lait qui sont à peu près généralement employés aujourd'hui, et dont on trouve des spécimens à l'exposition universelle de 1867, reposent essentiellement sur eux.

Conserver les aliments, soit pour les expédier des lieux de grande production sur les points où la consommation est considérable, soit pour en approvisionner la marine marchande et militaire, les armées ou les explorateurs de contrées inconnues, est une des plus grandes et des plus utiles questions que l'intelligence humaine devait et doit encore chercher à résoudre. Mais il est un point essentiel qui doit fixer l'attention de l'inventeur producteur : c'est la question économique; et il est évident pour nous que cette question est encore à résoudre, si l'on veut continuer à dédaigner le moyen proposé par M. Mabru, que nous considérons comme le mode le plus pratique et le plus économique de tous ceux qu'il nous a été donné de juger.

L'Exposition de 1867 est fort pauvre en laitage conservé, et, sauf quelques échantillons présentés par deux ou trois puissances étrangères, nous n'y trouvons que la répétition des procédés anciens que nous venons de faire connaître, et rien de plus.

La France est représentée par un seul exposant, M. Martin de Lignac, dont nous avons fait connaître le procédé, et c'est tout.

Passons donc vite en pays étranger.

Tout près de nous, la Suisse, contrée pastorale par excellence, nous offre quelques produits du lait de ses montagnes. Ce sont MM. G. Keppel, pharmacien à Vevey, Sénéchaud, de Vernex, canton de Vaud, et la compagnie anglo-swiss, de Zurich.

Le premier expose du lait concentré liquide, en tablette et en poudre.

Ces trois produits sont de fort bonne qualité et en parfaite conservation. Le lait liquide (il vaudrait mieux dire pâteux) et le lait en poudre sont enfermés dans des flacons en verre à large goulot; le troisième produit est tout simplement recouvert d'enveloppes de papier.

Quant à la préparation, elle est la même pour les trois espèces et se résume ainsi : Mélange de sucre au lait de vache et concentration prolongée, selon qu'on veut avoir du lait sirupeux ou solide. La poudre s'obtient, évidemment, en broyant le lait réduit en tablette, ou mieux en pulvérisant la masse solide elle-même.

Pour employer le lait pâteux, on en délaye une partie dans trois parties d'eau bouillante. Le lait en tablette est coupé en petits morceaux que l'on fait bouillir, avec précaution, dans quatre parties d'eau, en ayant le soin de remuer le mélange pour faciliter la solution. Enfin, il suffit de délayer le lait en poudre dans quatre parties d'eau bouillante pour le ramener à son volume primitif.

M. Keppel nous fait observer que quatre de ses tablettes équivalent à un litre et demi de lait ordinaire.

La compagnie anglo-swiss expose du lait condensé, renfermé dans des boîtes ordinaires cylindriques en fer-blanc, et son mode de conservation est exactement le même que celui de M. Keppel : lait additionné de sucre *pur* réduit au tiers ou au quart de son volume, et mis en boîte d'après le procédé Appert.

Trois ou quatre parties d'eau bouillante pour une de lait concentré constituent un tout plein de bonnes qualités; mais à la condition expresse que la préparation a été faite avec tous les soins et toutes les précautions possibles pour ne pas donner de *dégoût* au lait.

Les échantillons de M. Sénéchaud sont de trois natures : lait de vache,

d'ânesse et de chèvre. Ils sont renfermés dans des boîtes cylindriques en fer-blanc, comme les échantillons de la compagnie anglo-swiss. C'est du lait liquide que nous n'avons pu juger faute de représentant.

La Prusse n'est représentée que par un seul exposant, M. Trommer, qui nous offre un petit flacon de lait en pâte et sucré (?).

Une compagnie s'est formée en Norwége, sous le nom de *Preserving Norwegian* (compagnie Mandal). Parmi la collection fort intéressante de ses produits se trouvent du lait et de la crême, conservés l'un et l'autre, par le procédé Appert, dans de petites boîtes cylindriques en fer-blanc de $0^{lit},25$ de capacité et recouvertes d'une couche de peinture à l'huile.

Ces deux produits sont *naturels* et tout simplement renfermés dans leurs boîtes sans autre préparation qu'un chauffage au bain-marie suffisamment prolongé pour expulser l'air du liquide et de l'appareil. Une goutte de soudure clôt chaque boîte, que l'on enduit ensuite d'une couche de peinture.

Lorsqu'on veut faire usage du lait ainsi conservé, on pratique une petite ouverture à la partie supérieure de la boîte, on la plonge ensuite quelques minutes au sein de l'eau bouillante, on agite le liquide pour mêler la crême qui, par cette méthode simple et naturelle, a dû se séparer et s'attacher aux parois du vase, puis l'on verse dans une tasse.

On emploie le même moyen pour faire usage de la crême, en ayant soin, toutefois, de prolonger l'immersion de la boîte qui la recèle au sein de l'eau bouillante pendant quinze minutes.

Nous avons goûté et fait goûter un échantillon de lait et de crême, pris au hasard dans la collection que M. le chambellan Holtermann a eu l'obligeance de mettre à notre disposition. Il a été trouvé délicieux de goût, de parfum, et surtout *très-riche* en beurre et en caséine.

Le seul reproche que nous adressons à la compagnie Mandal, c'est le prix trop élevé de ces deux produits. Ajoutons qu'il est parfaitement inutile de recouvrir les boîtes de conserves d'une couche de peinture qui augmente le prix de revient sans utilité absolue.

Les États-Unis ont réuni dans un pavillon spécial des denrées alimentaires (*Classe des ambulances civiles et militaires*), parmi lesquelles figure une intéressante collection de conserves alimentaires exposée par M. Bordens, de New-York. Cet habile préparateur nous offre, entre autres produits, de la pâte de lait renfermée dans des boîtes cylindriques en fer-blanc depuis le 1er janvier 1866. Cette pâte excellente, d'un goût exquis, d'un parfum délicieux, parfaitement conservée, est tout simplement le produit de l'évaporation du lait de vache sucré dans le vide, ce qui lui donne cette supériorité et cette délicatesse particulières.

M. Bordens a pris un brevet pour son mode de conservation, et cependant nous ne pouvons nous empêcher de lui dire qu'il y a longtemps que cette manière de procéder pour conserver le lait était connue en France. En 1839, nous avions nous-même proposé le moyen de faire évaporer le lait dans le vide, comme on le faisait alors pour concentrer le sirop de sucre, en se servant d'un agitateur pour que toutes les parties du lait fussent bien homogènes, et en employant la vapeur comme chauffage et le vide pour accélérer l'évaporation sans nuire à la qualité du produit.

Plus tard, M. Payen, à propos des diverses méthodes usitées pour conserver les substances alimentaires, indiquait également ce moyen.

Quant à l'idée d'ajouter du sucre au lait, plutôt dans le but de présenter, en voyage, au consommateur un produit alimentaire tout sucré, que d'en faire l'objet d'un élément conservateur, elle remonte trop haut, nous l'avons vu, pour qu'il nous soit possible de la discuter.

Le produit de M. Bordens constitue néanmoins un élément alimentaire remarquable de qualités. Ajoutons que chaque boîte contient une livre anglaise de pâte de lait (454 grammes), qu'elle renferme l'équivalent d'un litre et demi de lait, et qu'elle coûte 1f.20.

La marine et la population des États-Unis font une très-grande consommation de la pâte de lait de M. Bordens. Pour en faire usage, on en délaye simplement une partie dans quatre parties d'eau bouillante.

En somme, d'après ce qui précède, nous voyons que, si les moyens de conservation du lait que nous venons d'analyser ont à peu près la même origine, ils ont tous un mode final qui les rattache intimement au procédé d'Appert. C'est donc à lui qu'il faut reporter tout le mérite de ces importantes applications.

En effet, les expériences générales de conservation d'Appert remontent à l'année 1796. En 1807, des essais officiels se font à Brest, à Bordeaux et à Rochefort, sous les yeux d'une commission spéciale qui adopte tous ses produits pour la marine.

En 1816, puis en 1820 et 1822, la Société d'encouragement lui décerne des médailles et des récompenses en espèces.

Nouveau rappel de médaille à l'exposition de 1834.

Subvention de 12,000 fr. de la part du ministère de l'intérieur, en 1810, à la condition qu'Appert remettra à la direction des arts et manufactures 200 exemplaires de la description de ses procédés.

Et cependant, malgré ces succès, malgré le mérite incontestable de ses heureux procédés que l'on applique généralement aujourd'hui pour la conservation et le transport des substances alimentaires, Appert meurt en 1840, dans un état de gêne qui frise la pauvreté ! !

En nous rappelant ce bienfaiteur de l'humanité, que nous avons connu en 1839, mort sans fortune, nous ne pouvons nous empêcher de songer aux heureux d'aujourd'hui qui sont récompensés avec tant d'éclat pour des procédés de conservation et des idées de bonification ou d'amélioration qui sont loin d'être nouveaux, puisque, sans citer Appert, on peut dire qu'on en reconnaît qui datent de l'antiquité.

Armand Robinson.

ÉTUDES SUR L'EXPOSITION

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA PREMIÈRE SÉRIE (FASCICULES 1 A 5).

Titres des Articles.

INTRODUCTION, par M. Eugène Lacroix.
I. Les Beaux-Arts et l'Industrie, par M. Daguzan.
II. Impression et teinture des tissus, 4 *pl.*, par M. Kæppelin
III. Machines à vapeur, 5 *pl.*, par MM. Ortolan et Gaudry.
IV. Horlogerie, par M. Berlioz.
V. Génie rural, par M. Grandvoinnet.
VI. Tissage, 1 *pl.*, par M. Parant.
VII. Les cartes et les globes, par M. Pierraggi.
VIII. Goudrons et leurs dérivés, par M. Knab.
IX. Constructions civiles, 4 *pl.*, par M. Puteaux.
X. Le mobilier, par M. L. Chateau.
XI. Papiers peints, par M. Kæppelin.
XII. La sucrerie, par M. Basset.
XIII. Bijouterie. Joaillerie, par M. Schwæblé.
XIV. Animaux domestiques, par M. Gayot.
XV. Tulles et dentelles, par M. Thomas.
XVI. Exploitation des mines, par MM. Soulié et Lacour.
XVII. Bois et forêts, par M. Armand Robinson.
XVIII. Habitations ouvrières, par M. le comte Foucher de Careil.
XIX. Instruments de musique, par M. Boudoin.
XX. Essai et analyse des sucres, par M. Monier.
XXI. Appareils météorologiques enregistreurs, 1 *pl.*, par M. Pouriau.
XXII. La télégraphie, par M. le comte Du Moncel.
XXIII. Les métaux bruts : l'acier, 1 *pl.*, par M. Dufrené.
XXIV. Sellerie, par M. de Forget.
XXV. Les corps gras alimentaires, par M. Armand Robinson.

Description des Planches.

Pl. I. *Locomotives :*
Fig. 1. Est. Graffenstaden.
2. Mce Urban (Belge).
3. Presse étoupe.
Pl. II. *Locomotives :*
Fig. 1. Verpilleux (non exposée).
2. Cernuschi (non exposée).
3. Sturroch (non exposée).
4. Fairlie.
5. Haswel.
6. Milholland (non exposée).
7. Forquenot.
8. Sharp.
9. Waessen.
Pl. III. *Locomotives :*
Fig. 1. Burch (non exposée).
2. Tourasse (non exposée).
3. — —
4. — —
5. Crampton —.
Fig. 6. Seraing (non exposée).
7. Neustadt —
8. Nord.
9. Meyer.
10. Fairlie.
11. Boutmy.
Pl. IV. *Machine à essorer les tissus au large, pour éviter les plis.* Profil. Elévation. Plan.
Pl. V. *Tambour à ramer et à sécher à chaine sans fin.* Plan. Elévation.
Pl. VI. *Grilloir à gaz à double effet.* Elévation de face. Elévation de côté. Plan.
Pl. VI. *Machine à laver les écheveaux de laine, coton, fil, soie, etc.* Plan. Elévation.
Pl. VII. *Tissage.*
Fig. 1. Rapport en chaine
1 *b*. Rapport en trame.
2. Rapport en chaine.

Fig. 2 *b*. Rapport en trame.
3. Rapport en chaîne.
3 *b*. Rapport en trame.
4. Rapport en chaîne.
4 *b*. Rapport en trame.
5. Rapport en chaîne.
6.
Pl. VIII. *Corps de chaudière de la machine de 3000 chevaux effectifs, qui est montée et qui fonctionne à l'Exposition.*
Fig. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. Coupes diverses de la chaudière.
Pl. IX. *Chaudière de navigation pour une machine de 120 chevaux nominaux.*
Fig. 1. 2. 3. Coupes et élévation.
Pl. X et XI. *Type d'habitation à bon marché.* Plan, coupes et façades.
Pl. XII. *Cités ouvrières de Verviers.* Plan, coupe, élévation et façade.
Pl. XIII. *Maisons d'ouvriers.* Plan, coupe, élévation et façade.
Pl. XIV. XV et XVI. *Perforateurs* (Mines). Plans, coupes et élévations des divers systèmes.
Pl. XVII. *Météorographes. — Feuille d'enregistrement de l'appareil Salleron.*
Pl. XVIII. *Plan de l'Exposition.*
Pl. XIX. *Métaux bruts* : l'acier.

Gravures.

Horlogerie.
Fig. 1 et 2. Mécanisme d'une pendule.
3. Balancier d'une montre.
4. Ressort —
5. Ensemble du mouvement.
6. Petite platine.
7. Profil.
8. Sonnerie (mécanisme).
Machines à vapeur.
Fig. 1. Chaudière marine à carnaux circulaires.
2. Coupe longitudinale de la chaudière à carnaux, de Watt.
3. Coupe horizontale de la chaudière à carnaux, de Watt.
4. 5. 6. 7 et 8. Coupes diverses de la chaudière à carnaux superposés.
9. 10. 11 et 12. Dispositions de la chaudière à foyers superposés.
13. Coupe horizontale des chaudières à carnaux placés dos à dos.
14. Coupe verticale d'une chaudière à tube cylindrique et à tube méplat.
15 et 16. Dispositions de la chaudière mixte à carnaux et à longs tubes.
17. Coupe verticale de la chaudière à flamme en retour, à carnaux et à tubes courts.
18 et 19. Dispositions de la chaudière à flamme en retour et à deux retours de flamme.
20. Plan et coupe de la chaudière à tubes verticaux et horizontaux.
21 et 22. Dispositions de la chaudière à lames d'eau.
Papiers peints.
Fig. 1. Plieuse mécanique (coupe et élévation)
2. Rouleaux fournisseurs.
Bijouterie. Joaillerie.
Fig. 1. Aiguière en sardoine orientale.
2. Vase en onyx oriental.
3. Coupe en agate, avec ses anses émaillées.
Tulles et dentelles.
Fig. 1. Tulle avec fils de chaîne.
Fig. 2. Tulle tombé du métier.
3. Bobine avec son chariot.
4. Métier circulaire à tulle uni (coupe verticale).
Bois et forêts.
Fig. 1. Bois droits. — Bois à une courbure. — Courbes diverses. (Bois de marine.)
Essai et analyse des sucres.
Fig. 1. Saccharimètre.
2. Coupe du tube du saccharimètre.
3. Bassin de fer.
4. Lampe à gaz.
Appareils météorologiques enregistreurs.
Fig. 1. Anémomètre.
2. — (compteur).
3. Arbre horizontal.
4. Enregistreur.
5. — (électro-aimant).
6 et 7. Baromètre anéroïde ou holostérique.
8. Udomètre ou pluviomètre.
9. Pile.
Animaux domestiques. (Vaches.)
Fig. 1. Race Bretonne.
2. — Cotentine.
3. — Flamande.
4. — Hollandaise.
Télégraphie.
Fig. 1. Télégraphe écrivant.
2. 3. 4. 5. Télégraphes imprimeurs.
6 et 7. Démonstration du système.
8. Télégraphe autographique.
9. Galvanomètre.
10. Câble transatlantique (poste de Valentia).
11. 12. 13. Sonneries télégraphiques.
14. 15. 16. 17. Parafoudres divers.
18. 19. Commutateurs.
Sellerie.
1. 2. Selles.
Corps gras alimentaires.
1. Crémomètre.
2. Lacto-butyromètre.

Paris. — P.-A. Bourdier et Cie, rue des Poitevins, 6,
Imprimeurs de la Société des Ingénieurs civils.

EN VENTE à la Librairie des INGÉNIEURS CIVILS

THÉORIE ET PRATIQUE
DE
L'ART DE L'INGÉNIEUR
DU
CONSTRUCTEUR DE MACHINES
ET DE
L'ENTREPRENEUR DE TRAVAUX PUBLICS

OUVRAGE COMPRENANT

Sous le titre d'**INTRODUCTIONS**, les connaissances théoriques qui constituent la science de l'Ingénieur, et sous le titre de **PROJETS**, dépendants de ces Introductions, leurs applications directes à toutes les branches de l'Industrie et des Travaux publics

PAR

L. VIGREUX, INGÉNIEUR CIVIL

Répétiteur du cours de construction des machines à l'École Impériale et Centrale des Arts et Manufactures
Ancien Élève de cette École et de l'École Impériale des Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne

ET

A. RAUX, INGÉNIEUR CIVIL

PRÉCÉDÉ D'UNE LETTRE AUX AUTEURS

PAR

M. CH. CALLON, ingénieur civil

Professeur à l'École Impériale et Centrale des Arts et Manufactures

En Vente :

1° **Résistance des matériaux.** Introduction de la série A. Gr. in-8 de 72 pages, avec 44 figures dans le texte..... 2 fr.
2° Projet n° 1. **Transmission de mouvement par engrenages pour un laminoir.** Gr. in-8, 56 pages, avec 20 fig. dans le texe et un atlas de 3 pl. gr. aigle. 3 fr.

PROGRAMME DE L'OUVRAGE DE MM. VIGREUX ET RAUX

Théorie. — Partie didactique. — Applications.

Série : A. Résistance des matériaux.
— **B.** Cinématique.
— **C.** Physique industrielle.
— **D.** Hydraulique appliquée.
— **E.** Mécanique appliquée.
— **F.** Construction des machines à vapeur.
— **G.** Construction des machines.

1° Travaux publics.
2° Usines industrielles.
3° Machinerie agricole.
4° Exploitation des mines et de la métallurgie.
5° Travaux d'édilité.
6° Constructions navales.
7° Chemins de fer et traction sur les routes ordinaires.

Mode et conditions de la Publication :

La publication : **Théorie et pratique de l'Art de l'Ingénieur**, comprend deux grandes divisions : la **Partie didactique** et la **Partie d'application.** Les sept séries de la Partie didactique seront précédées chacune d'une **introduction.**

Le prix de chaque **introduction** est fixé à **deux** francs.

Le prix de chaque **projet** de la Partie didactique est fixé à **trois** francs.

Le prix des projets **d'application** (mémoires et planches) est fixé à **cinq** francs par projet.

(Il paraît par mois une **Introduction** et deux ou trois **Projets** tant de la Partie didactique que de la Partie d'application.)

Les différentes Parties de cet ouvrage sont complétement indépendantes les unes des autres, elles ont leur pagination particulière et elles se vendront séparément. — Il n'y a pas de souscription payable d'avance.

ANNALES
DU
GÉNIE CIVIL

RECUEIL DE MÉMOIRES

SUR LES MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES
LES PONTS ET CHAUSSÉES, — LES ROUTES ET CHEMINS DE FER
LES CONSTRUCTIONS ET LA NAVIGATION MARITIME ET FLUVIALE
L'ARCHITECTURE, — LES MINES, — LA MÉTALLURGIE, — LA CHIMIE, LA PHYSIQUE
LES ARTS MÉCANIQUES, — L'ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

LE GÉNIE RURAL

REVUE DESCRIPTIVE DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

PUBLIÉES PAR UNE RÉUNION
D'INGÉNIEURS, D'ARCHITECTES, DE PROFESSEURS ET D'ANCIENS ÉLÈVES
DE L'ÉCOLE CENTRALE ET DES ÉCOLES D'ARTS ET MÉTIERS
Avec le concours
D'INGÉNIEURS ET DE SAVANTS ÉTRANGERS

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Eugène LACROIX

Membre de la Société industrielle de Mulhouse
Directeur des ÉTUDES SUR L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

Conditions de la Souscription.

Les **Annales du Génie civil** paraissent mensuellement depuis le 1er janvier 1862, par brochures de 4 ou de 5 feuilles grand in-8° (64 à 72 pages) avec figures intercalées dans le texte, et 3 ou 4 planches grand in-4°, de manière à former chaque année un volume d'environ 800 pages et un atlas de 35 à 40 planches.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

Pour toute la France (*franco*).	20 francs.
Pour l'Étranger.	25 fr.
Prix des numéros séparés (*franco*).	3 fr.
Pour l'Etranger.	3 fr. 50 c.

Les numéros ne se vendent séparément que pour les années en cours de publication, chaque volume étant broché dès que l'année est terminée.

Par cette même raison, on ne peut répondre à MM. les abonnés de leur remplacer les numéros qu'ils auraient égarés s'ils en faisaient la demande trop tardivement.

Prix de chaque année écoulée prise séparément. *Franco*.

Pour toute la France.	25 fr.
Pour l'Étranger.	30 fr.

Les recouvrements sur la province étant très-onéreux pour des sommes au-dessous de 100 fr., et quelquefois impossibles pour certaines localités, nous prions instamment nos Abonnés de suivre le mode que nous leur indiquons :

On s'abonne en adressant (franco), à l'ordre de M. Eugène LACROIX, Directeur des ANNALES DU GÉNIE CIVIL et des ÉTUDES SUR L'EXPOSITION, demeurant à Paris, 15, quai Malaquais, un mandat sur la poste ou un effet à vue sur Paris.

Paris.— Imprimerie de A.-P. BOURDIER et Ce, rue des Poitevins, 6.

SPECIAL 93-B
6314-1
v. 1

GETTY CENTER LIBRARY